

**KERAGAMAN DAN HERITABILITAS KARAKTER AGRONOMI
GALUR-GALUR JARAK KEPYAR (*Ricinus communis* L.)
PERLAKUAN KOLKISIN GENERASI 5**

Oleh:

YUSUF MUFTI BIMANTARA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**KERAGAMAN DAN HERITABILITAS KARAKTER AGRONOMI
GALUR-GALUR JARAK KEPYAR (*Ricinus communis* L.)
PERLAKUAN KOLKISIN GENERASI 5**

Oleh:

**YUSUF MUFTI BIMANTARA
145040200111061**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2018

PERNYATAAN

Saya menyetakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 23 Juli 2018

Yusuf Mufti Bimantara



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof.Ir. Sumeru Ashari, M.Agr.Sc.,Ph.D
NIP. 19530328 198103 1 001

Dr. Budi Waluyo, SP., MP.
NIP. 19740525 199903 1 001

Penguji III

Ir. Koesriharti , MS.
NIP. 19580830 198303 2 002

Tanggal Lulus

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Keragaman dan Heritabilitas Karakter Agronomi Galur-
Galur Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) Perlakuan
Kolkisin Generasi 5

Nama Mahasiswa : Yusuf Mufti Bimantara

N I M : 145040200111061

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Disetujui oleh,
Pembimbing utama,

Dr. Budi Waluyo, SP., MP.
NIP. 19740525 1999031 001

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS
NIP. 19601012 1986012 001

Tanggal Persetujuan :

RINGKASAN

Yusuf Mufti Bimantara. 145040200111061. Keragaman dan Heritabilitas Karakter Agronomi Galur-Galur Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) Perlakuan Kolkisin Generasi 5. Pembimbing utama Dr. Budi Waluyo, S.P., M.P.

Tanaman jarak kepyar dapat dibudidayakan di daerah kering dan marginal untuk tanaman lain. Produksi jarak kepyar di Indonesia semakin menurun mulai dari tahun 2011 sampai 2014. Hal ini menunjukkan dibutuhkan peningkatan produksi yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan. Peningkatan produksi salah satunya dapat diupayakan dengan adanya varietas unggul. Upaya untuk merakit varietas unggul adalah melalui program pemuliaan tanaman yaitu seleksi. Pendugaan heritabilitas membantu dalam menentukan proporsi pengaruh genetik yang diwariskan, dan membantu pemulia tanaman dalam memilih galur yang unggul dalam populasi yang beragam. Tujuan dari penelitian ini untuk mempelajari keragaman genetik dan fenotip karakter tanaman jarak kepyar generasi ke-5 (CT5), dan mempelajari heritabilitas karakter tanaman jarak kepyar generasi ke-5 (CT5). Hipotesis dari penelitian ini yaitu terdapat karakter yang mempunyai keragaman genetik dan fenotip yang luas pada jarak kepyar (*R. communis*) generasi ke-5 (CT5), dan terdapat karakter yang mempunyai heritabilitas tinggi pada tanaman jarak kepyar (*R. communis*) generasi ke-5 (CT5).

Penelitian telah dilaksanakan di Ngijo, Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Mei 2018. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 galur CT5, pupuk SP36, Urea, KCL, descriptor dari UPOV dan Panduan Descriptor Draft Nasional Guidelines for the Conduct of Test for Distinctness, Uniformity, and Stability Castor (*R. communis* L.). Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah petridisk, timbangan, jangka sorong, kamera digital, meteran, cutter, tugal, sprayer, cangkul, sabit, dan gunting. Bahan tanam yang digunakan adalah 20 galur jarak kepyar perlakuan kolkisin generasi ke-5 (CT5) masing masing galur terdapat 6 tanaman. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan 20 galur jarak kepyar generasi ke-5 (CT5). Dilakukan dengan 2 ulangan dan tiap galur terdapat 6 tanaman, sehingga terdapat 240 satuan percobaan. Pengamatan yang dilakukan untuk pendugaan nilai heritabilitas adalah karakter-karakter agronomi yang bersifat kuantitatif. Pengamatan karakter agronomi berdasarkan Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor (*R. communis* L.).

Hasil analisis varians menunjukkan hasil yang sangat nyata dan nyata. Hasil analisis yang tidak nyata didapatkan pada karakter diameter batang atas dan berat tandan. Nilai koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotip (KVF) dari hasil analisis didapatkan hasil yang berkriteria sedang hingga tinggi pada 20 karakter pengamatan, dan terdapat karakter diameter batang atas, berat tandan, dan tebal biji yang berkriteria rendah. Hasil pendugaan heritabilitas didapatkan 21 karakter yang memiliki heritabilitas tinggi dan karakter diameter batang atas dan berat tandan yang memiliki heritabilitas rendah.

SUMMARY

Yusuf Mufti Bimantara. 145040200111061. Variability and Heritability Agronomic Character On Castor Bean (*Ricinus communis*) Lines Colchicine Treatment 5. Supervised by Dr. Budi Waluyo, S.P., M.P.

Castor bean can be grown in dry and marginal areas for other crop. The production of castor bean in Indonesia is decreased from 2011 to 2014. The enhancement of production is needed to fill up the production needs. Increased of production can be pursued with superior varieties. Efforts to assemble superior varieties are through plant breeding programs, that is selection. Estimate heritability used to determining the proportion of inherited genetic influences and assisting plant breeders in selecting superior genotypes in a diverse population. The purpose of this study was to study the genetic variability and phenotype variability character of castor bean CT5 generation and study the heritability character of castor bean CT5 generation. The hypothesis of this research is that there are characters that have wide genetic variability and phenotype at castor bean CT5 generation and there is a character who has high heritability at castor bean generation CT5.

The research had been conducted in Ngijo, Karangploso, Malang Regency, East Java. The research was carried out in January to May 2018. The material were used in this research is 20 genotypes of CT5 castor bean, SP36 fertilizer, Urea, KCL, descriptor from UPOV and National Guidelines for Drafting Guidelines for the Conduct of Test for Distinctness, Uniformity, and Stability Castor (*R. communis* L.). The tools used in this research are petridisk, scales, scooters, digital cameras, meter, cutter, tugal, sprayer, hoe, sickle, and scissors. Planting material were used in this research is 20 genotypes of 5th generation of colchicine treatment (CT5) which is 6 genotypes each plant. This research used randomized block design (RBD) method, with 20 genotypes of castor bean CT5. Performed with 2 replication and there are 6 plant each genotype, so there are 240 experimental unit. Observation made for estimating heritability for quantitative agronomic characters. Observation of agronomic characters based on the Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor (*R. communis* L.).

The results analysis of variance show very significant and significant result. The result of not significant analysis was found on the character of stem diameter and bunch weight. The genetics coefficient of variation (GCV) and the phenotypic coefficient of variation (PCV) from the result of analysis obtained from moderate to high criteria on 20 character of observation, there is character of diameter of upper stem, weight of raceme and seed thickness. The results of the estimation of heritability obtained 21 characters that have high heritability and the character of the diameter of upper stem and weight of raceme that have low heritability.

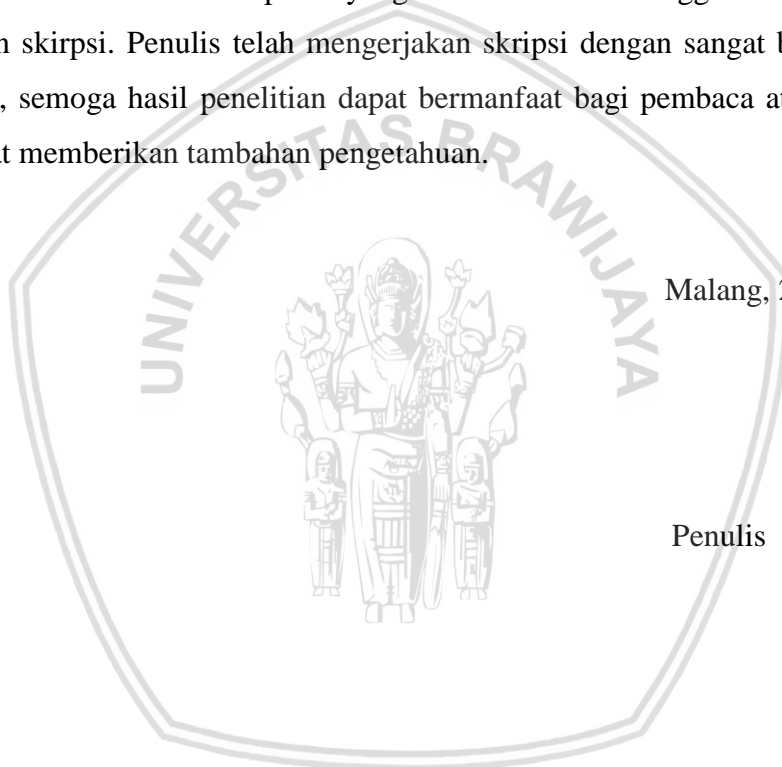
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Keragaman dan Heritabilitas Karakter Agronomi Galur-Galur Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) Perlakuan Kolkisin Generasi 5.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Budi Waluyo S.P., M.P. selaku dosen pembimbing atas pengarahan dan bimbingan yang diberikan. Penghargaan dan terima kasih penulis berikan kepada kedua orang tua, teman-teman tim castor dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan skripsi. Penulis telah mengerjakan skripsi dengan sangat baik. Penulis berharap, semoga hasil penelitian dapat bermanfaat bagi pembaca atau khalayak dan dapat memberikan tambahan pengetahuan.

Malang, 23 Juli 2018

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Blitar pada tanggal 8 Oktober 1997. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan bapak Mutohar dan Ibu Sri Purwati. Penulis mengawali pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Madyopuro Malang 04 dan lulus pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 01 Jabung Malang dan lulus pada tahun 2012. Selanjutnya menempuh Pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 01 Tumpang Malang dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam dengan sistem akselerasi pada tahun 2014. Pada tahun yang sama, penulis diterima di Program Studi Agroekoteknologi Universitas Brawijaya melalui jalur SBMPTN.

Penulis pernah tergabung dalam beberapa Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM). Pada tahun 2015-2016 penulis menjadi staff muda di UKM Fakultas yaitu Center of Agriculture Development Student (CADS) dalam divisi Kewirausahaan dan Pengembangan Profesi (KPP). Pada tahun yang sama penulis juga menjadi staff magang di Himpunan Mahasiswa Budidaya Tanaman (HIMADATA) dalam department Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti beberapa kepanitian dalam acara kepanitian yang diadakan oleh Fakultas maupun oleh Universitas. Penulis pernah mengikuti kepanitiaan Teaching Farm, FRESH, MUBES dan PEMILWA, PASCA PRIMORDIA, PRIMORDIA, dan Raja Brawijaya 2016. Penulis pernah magang kerja di Handoyo Budi Orchid pada tahun 2017.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3. Hipotesis	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jarak Kepyar	4
2.2 Keragaman	7
2.3 Heritabilitas	11
2.4 Poliploidi	15
3. BAHAN DAN METODE	17
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.2 Bahan dan Alat	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	18
3.5 Pengamatan Penelitian	18
3.6 Analisis Data	19
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil	22
4.2 Pembahasan	34
5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Keragaman tanaman jarak kepyar pada beberapa penelitian	9
2.	Heritabilitas tanaman jarak kepyar pada beberapa penelitian.....	13
3.	Karakter Kuantitatif	19
5.	Nilai KVG dan KVF	23
6.	Heritabilitas	25
7.	Penampilan Karakter Batang dan Daun	27
8.	Penampilan Karakter Bunga, Buah dan Tandan	28
9.	Penampilan Karakter Biji	29



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Penampilan galur C864 : a. Tanaman Jarak C864, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji	63
2.	Penampilan galur Thailand : a. Tanaman Jarak Thailand, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji	64
3.	Penampilan galur C856 : a. Tanaman Jarak C856, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji	65
4.	Penampilan galur 1012 : a. Tanaman Jarak 1012, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji	65
5.	Penampilan galur Thailand Dwarf : a. Tanaman Jarak Thailand Dwarf, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji	66
6.	Serangan OPT: a. Serangan jamur, b. Serangan penggerek buah, c. Penyakit layu	67
7.	Lahan penelitian	67



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah.....	44
2.	Denah per plot.....	45
3.	Perhitungan dosis pupuk.....	46
4.	Analisis varians.....	46
5.	Dokumentasi.....	47
6.	Grafik rata-rata curah hujan pada bulan Januari-Mei 2018 (Worldweather-online.com).....	68
7.	Grafik rata-rata lama penyinaran pada bulan Januari-Mei 2018 (Worldweather-online.com).....	69



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber minyak nabati salah satunya dapat diperoleh dari jarak kepyar (*R. communis* L.). Tanaman jarak kepyar dapat dibudidayakan di daerah kering dan marginal untuk tanaman lain, dengan pemanfaatan yang beragam pada industri dan aplikasi pertanian. Kandungan minyak yang terdapat dalam biji jarak sekitar 50-55%. Minyak jarak kaya akan asam lemak hidroksi dan asam ricinoleic yang terkandung sebesar 80-90% (Kallamadi *et al.*, 2015). Meski minyak jarak tidak bisa dimakan, tetapi lebih serbaguna dibandingkan minyak nabati lainnya karena banyak digunakan sebagai bahan awal bagi produk kimia industri karena strukturnya yang unik. Produk dari minyak jarak dapat dimanfaatkan untuk bahan baku cat, pelapis, tinta, pelumas dan berbagai macam produk lainnya. Minyak jarak yang diberikan dalam jumlah yang tertentu dapat digunakan sebagai pencahar (Ogunniyi, 2006).

Minyak jarak adalah salah satu bahan baku yang digunakan dalam produksi kosmetik, obat dan bio-plastik (Jena and Gupta, 2012). Produsen jarak terbesar di dunia adalah India kemudian produsen utama lainnya adalah China dan Brazil. Budidaya jarak kepyar yang ada di Indonesia saat ini memiliki bahan tanam yang bervariasi. Bahan tanam jarak kepyar didatangkan dari Cina maupun India, baik benih yang bertipe genjah maupun tahunan. Teknologi yang diterapkan di Indonesia juga bervariasi mulai dari teknologi budidaya konvensional hingga penerapan teknologi modern (Santoso, Sudika, dan Jaya, 2014).

Produksi jarak kepyar di Indonesia semakin menurun mulai dari tahun 2011 sampai 2014. Total produksi pada tahun 2014 sebesar 1400 ton, dan dibutuhkan impor sebesar 1830 ton dalam bentuk minyak (FAOSTAT, 2017). Hal ini menunjukkan dibutuhkan peningkatan produksi yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan. Peningkatan produksi salah satunya dapat diupayakan dengan adanya varietas unggul. Upaya untuk merakit varietas unggul adalah melalui program pemuliaan tanaman yaitu seleksi.

Pemulia tanaman biasanya memilih tanaman berdasarkan fenotipe sifat yang diinginkan, sesuai dengan tujuan. Terkadang suatu tanaman mungkin tampak lebih unggul dari tanaman lain hanya karena lingkungan yang berbeda. Hal tersebut

dapat menyesatkan pemulia tanaman, karena fenotipe yang dipilih tidak akan memberikan keturunan yang sama. Jika varians genetik tinggi dan varians lingkungan rendah, maka keturunan akan menjadi fenotipe yang dipilih. Sebaliknya, jika tanaman yang memiliki varians genetik yang rendah dipilih untuk program pemuliaan, keuntungan genetik yang diharapkan tidak akan terwujud (Acquaah, 2012).

Seleksi perlu memperhatikan fenotipe tanaman antara lain keragaman dan heritabilitas (Acquaah, 2012). Seleksi untuk menemukan varietas unggul dari suatu populasi dapat terjadi jika tanaman memiliki keragaman genetik yang luas. Tanaman jarak kepyar memiliki keragaman genetik yang luas (Patel and Patel, 2014). Keragaman jarak kepyar ditunjukkan dengan adanya perbedaan pada tipe pertumbuhan, tinggi tanaman, daun, batang, dan buah (Auld *et al.*, 2009). Keragaman genetik yang tinggi dalam plasma nutfah membantu pemulia tanaman untuk membuat pilihan yang tepat, untuk memilih tetua dalam program pemuliaan tanaman (Acquaah, 2012).

Keragaman mengacu pada adanya perbedaan antar individu dalam populasi tanaman. Keragaman yang bervariasi pada hasil dapat dipengaruhi oleh pengaruh genetik atau pengaruh lingkungan. Seleksi akan efektif jika karakter yang menjadi target seleksi memiliki nilai heritabilitas yang tinggi. Heritabilitas merupakan suatu parameter genetik yang mengukur kemampuan suatu genotipe dalam populasi tanaman untuk mewariskan karakteristik- karakteristik yang dimiliki (Acquaah, 2012).

Pendugaan heritabilitas membantu dalam menentukan seberapa besar pengaruh genetik yang diwariskan, dan membantu pemulia tanaman dalam memilih genotipe yang unggul dalam populasi yang beragam. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menilai seberapa besar nilai keragaman genetik dan heritabilitas pada tanaman jarak kepyar (Patel and Patel, 2014).

1.2 Tujuan

1. Mempelajari keragaman genetik dan fenotip karakter tanaman jarak kepyar generasi ke-5.
2. Mempelajari heritabilitas karakter tanaman jarak kepyar generasi ke-5.

1.3. Hipotesis

1. Terdapat karakter yang mempunyai keragaman genetik dan fenotip yang luas pada jarak kepyar generasi ke-5.
2. Terdapat karakter yang mempunyai heritabilitas tinggi pada tanaman jarak kepyar generasi ke-5.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jarak Kepyar

Tanaman jarak kepyar diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom : Plantae -Plants, Subkingdom : Tracheobionta - Vascular plants, Superdivision: Spermatophyta - Seed plants, Division : Magnoliophyta - Flowering plants, Class : Magnoliopsida – Dicotyledons, Subclass: Rosidae, Ordo: Euphorbiales, Family: Euphorbiaceae - Spurge family, Genus : Ricinus L. – Ricinus, Species : *Ricinus communis* L. (USDA, 2017)

Jarak kepyar memiliki nama lain castor bean, ricin, higuerilla, mamona, mamoeira, dan palma christi. Jarak kepyar merupakan family dari Euphorbiaceae yang hidup di iklim tropis, dan sekarang dapat dibudidayakan di semua negara-negara beriklim sedang di dunia (Scholz and da Silva, 2008). Tanaman jarak sangat bervariasi dalam pertumbuhan dan penampilan. Jarak kepyar juga bervariasi dalam hal pertumbuhan, warna daun, batang, ukuran biji, warna, dan kandungan minyak (Salihu *et al.*, 2014).

Jarak kepyar merupakan tanaman perdu atau terna, dengan tinggi tanaman 1-3 m. Sifat pertumbuhan tanaman jarak umumnya *Indeterminate*, artinya pertumbuhan tanaman tidak akan berhenti walaupun sudah berbuah. Tanaman jarak kepyar ada juga yang memiliki tipe pertumbuhan *determinate*, artinya tanaman hanya berbuah sekali dan setelah buahnya tua tanaman akan mati (Widodo, 2007). Menurut penelitian Gui *et al.*, (2008) produksi minyak jarak pagar sebesar 1590 kg/ha dan jarak kepyar sebesar 1188 kg/ha. Produksi jarak pagar lebih besar dari pada jarak kepyar, namun masa tanam jarak kepyar lebih cepat dari pada jarak pagar.

Biaya yang dibutuhkan untuk tanaman jarak pagar sebesar 620 USD/ha dan biaya produksi jarak kepyar sebesar 140-160 USD/ha. Jarak kepyar akan lebih menguntungkan untuk ditanam karena masa panen yang cepat dan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan jarak pagar (Gui *et al.*, 2008). Harga jual biji jarak kepyar sebesar Rp. 45.000/kg dan harga jual minyak jarak sebesar Rp. 95.000/L, sedangkan harga dari minyak jarak pagar hanya sebesar Rp. 8000/L (Amazon, 2017). Minyak jarak kepyar paling besar dimanfaatkan untuk farmasi, bio-plastik, dan kosmetik (Castor Forum, 2016).

Tinggi tanaman jarak sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Jenis tanah dan jenis kelembaban yang kurang, tanaman hanya akan mencapai ketinggian 30-90 cm. Varietas yang sama jika ditanam di tanah yang subur dan dengan curah hujan yang baik. Jenis ini bisa mencapai ketinggian 3-4 m. Tanaman jarak juga telah diisolasi menjadi tanaman yang lebih pendek (kurcaci) dengan kondisi yang baik disebut dengan dwarf. Sebagai tanaman ladang tidak menguntungkan bila tanaman lebih tinggi dari 1,5-2 m. Jika lebih tinggi, pemanenan menjadi sangat sulit dan rawan terjadi kerusakan saat angin kencang (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Masalah tinggi tanaman dapat diatasi dengan digunakannya tanaman jarak tipe dwarf, namun penghambat pertumbuhan juga diperlukan bila kondisi lingkungan sangat menguntungkan pertumbuhan atau jika kultivar tipe dwarf tidak tersedia (Oswalt *et al.*, 2014).

Sistem akar terdiri dari akar utama, akar sekunder, dan tersier. Akar utama terlihat seperti perpanjangan dari batang yang berada di dalam tanah. Varietas jarak kepyar memiliki tipe pertumbuhan jangka pendek, menengah dan panjang. Terdapat perbedaan yang nyata antara durasi dan perkembangan akar. Pada tanaman jarak yang memiliki tipe pertumbuhan pendek memiliki tingkat perkembangan akar yang tinggi. Pada tipe pertumbuhan lama menunjukkan akar lateral lebih panjang dengan penetrasi lebih besar, dibandingkan dengan tipe durasi pendek dan menengah (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Menurut Salihu (2014) akar tanaman jarak tipe tinggi memiliki akar utama yang besar yang berkembang dengan baik dan panjangnya hingga beberapa kaki kedalam tanah dan memiliki akar lateral yang besar. Akar jenis dwarf tipe akarnya selalu sekunder untuk varietas tertentu dan menunjukkan akar utama yang kurang jelas.

Batang tanaman jarak kepyar berwarna kemerahan sampai dengan ungu (Saadaoui, 2017) hijau muda sampai hijau tua dan merah muda sampai merah muda kecoklatan. Menurut Chakrabarty (2003) keragaman warna batang jarak kepyar terbagi menjadi 5 yaitu warna hijau, merah muda, coklat kemerahan, merah, dan ungu. Batang tanaman berdiri tegak, beruas-ruas dan disetiap ruas dibatasi mata ruas yang terdapat titik tumbuh daun atau cabang. Permukaan kulit batang dilapisi

lilin pada varietas tertentu, ada yang tebal dan tipis. Batang berkayu lunak dan berongga ditengahnya (Widodo, 2007).

Daun jarak kepyar memiliki ukuran yang bervariasi pada tiap varietasnya. Varietas tertentu ditandai dengan daun besar sedangkan yang lainnya berdaun kecil. Daun jarak kepyar memiliki bentuk yang beragam. Keragaman bentuk daun menurut (Chakrabarty, 2003) pada tanaman jarak kepyar terbagi menjadi 3 tipe bentuk daun yaitu flat, shallow cup, dan deep cup. Daun jarak kepyar biasanya berwarna hijau, tetapi juga ada yang tergantung dengan warna batang. Di kasus warna batang merah, daun muda akan memiliki bercak merah yang menjadi hijau ketika daunnya sudah berkembang sepenuhnya (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977).

Tanaman jarak kepyar memiliki bunga bertipe monoseus yang berarti bunga jantan dan bunga betina berada dalam satu tanaman. Bunga jarak kepyar terbentuk dalam karangan tandan bunga yang terletak pada bagian ujung cabang utama maupun samping. Tandan bagian atas merupakan tempat bunga betina, sedangkan bunga jantan terletak pada tandan bagian bawah. Jumlah bunga betina dalam satu tandan bisa mencapai 95%, tetapi rata-rata antara 30-50% (Widodo, 2007).

Buah tanaman jarak memiliki variasi dalam ukuran buah. Secara umum, ukuran biji sebanding dengan ukuran buah. Ukuran buah bisa dibagi menjadi empat kelompok, yaitu (a) sangat kecil, (b) kecil, (c) sedang dan (d) besar. Buah besar biasanya mengandung biji besar yang memiliki kadar minyak rendah, yaitu kurang dari 40% pada keseluruhan biji. Tanaman jarak dengan tipe tahunan memiliki kandungan minyak tertinggi dan hampir semua varietas budidaya memiliki buah hijau (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Menurut (Chakrabarty, 2003) warna buah pada jarak kepyar memiliki beberapa tipe warna yaitu warna putih kapur, hijau, ungu, coklat kemerahan, merah, dan hitam. Tipe buah pada jarak kepyar ada tiga yaitu berduri, berduri semi, dan tidak berduri.

Ukuran biji sangat bervariasi mulai dari yang terkecil hingga terbesar. Ukuran benih terkecil yaitu 7,05 mm X 5,30 mm sedangkan yang terbesar berukuran 20,95 mm X 13,50 mm. Jumlah benih persatu kg dapat bervariasi dari 9000 sampai 10000 jenis berukuran kecil sampai 900 biji dalam tipe berukuran besar (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Biji jarak kepyar adalah sumber

minyak jarak yang memiliki lebar berbagai kegunaan, biji jarak mengandung minyak sebesar 40-60%. Minyak jarak kaya akan trigliserida terutama ricinolein (Paul, 2008). Terdapat keragaman biji pada bentuk, warna dan caruncle biji. Bentuk biji jarak kepyar 3 kelompok yaitu memanjang, lonjong, dan bulat. Pada warna biji terbagi menjadi beberapa kelompok yaitu merah marun, putih, coklat, coklat gelap, dan hitam. Caruncle biji pada jarak kepyar terbagi menjadi dua kelompok yaitu mencolok dan kurang mencolok.

Tanaman jarak kepyar dapat ditanam di kondisi iklim yang bervariasi. Jarak kepyar mampu bertahan di kondisi kering sampai dengan hujan lebat, namun sangat rentan terhadap kondisi tergenang (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Jarak kepyar adalah tanaman yang dapat bertahan dalam berbagai macam ekologi. Pada dasarnya jarak kepyar tumbuh di daerah tropis yang hangat dan beriklim sedang (Salihu, 2014).

Jarak kepyar adalah jenis tanaman C3 yang tumbuh dengan optimal pada suhu 20-26°C namun dapat mentolerir suhu 0-40°C. Jika suhu terlalu dingin atau terlalu panas, jarak kepyar akan gagal untuk membentuk biji. Curah hujan yang diperlukan yaitu 500-600 mm antara penanaman dan pemanenan, namun juga bisa tumbuh di curah hujan yang rendah ataupun tinggi. Kelembaban udara yang terlalu tinggi dapat meningkatkan masalah hama dan jamur. Kelembaban yang optimal yaitu 30-60% dan ketinggian optimalnya adalah 300-1800 m dpl (Nielsen and Jongh, 2011).

2.2 Keragaman

Keragaman genetik adalah prasyarat untuk meningkatkan atau memperbaiki tanaman. Keragaman genetik berisi informasi tentang sifat dan variasi, ditambah dengan pengetahuan tentang asosiasi karakter yang sangat membantu dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman melalui seleksi (Patel, 2010). Koefisien keragaman yang dinyatakan dalam tingkat fenotip dan genotip. Pengetahuan tentang keragaman menggunakan parameter seperti koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotip (KVF) yang sangat penting untuk program pemuliaan tanaman (Patel and Patel, 2014).

Keragaman genetik yang tinggi dalam plasma nutfah membantu pemulia tanaman untuk membuat pilihan yang tepat, untuk memilih tetua dalam program

pemuliaan tanaman (Acquaah, 2012). Variabilitas mengacu pada adanya perbedaan antar individu dalam populasi tanaman. Perbedaan yang bervariasi pada hasil dapat dipengaruhi oleh pengaruh genetik atau pengaruh lingkungan.



Tabel 1 Keragaman tanaman jarak kepyar pada beberapa penelitian

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014)		(Dapke, 2016)		(Patel, 2010)		(Sarwar <i>et al.</i> , 2010)		(Bhatt and Reddy, 1981)		(Golakia <i>et al.</i> , 2007)		(Halilu, 2013)		(Olewi <i>et al.</i> , 2016)		(Sarwar and Chaudhry, 2008)	
		KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)
1	Umur berbunga	5,06	6,08	-	-	18,71	19,18	-	-	29,20	33,10	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Umur berbunga tandan primer	-	-	5,90	6,16	-	-	-	-	-	-	13,06	12,43	-	-	-	-	-	-
3	Umur berbunga 50%	-	-	6,38	7,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Umur panen	3,45	4,24	-	-	48,34	49,60	5,60	8,30	-	-	-	-	-	-	-	-	6,54	6,61
5	Umur panen tandan utama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,18	8,90	-	-	-	-	-	-
6	Jumlah buku (nodes) hingga ke tandan utama	13,25	14,61	14,17	20,51	-	-	-	-	34,90	36,90	12,84	12,23	2,81	6,84	-	-	-	-
7	Tinggi tanaman hingga tandan primer	10,57	12,10	16,04	16,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Tinggi tanaman	11,14	14,16	-	-	-	-	15,37	20,91	41,90	50,50	19,93	17,72	-	-	30,50	5,48	12,11	12,34
9	Tinggi tanaman saat panen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	4,76	-	-	-	-
10	Panjang bunga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	1,64	-	-	-	-
11	panjang tandan primer	-	-	17,25	17,78	17,25	17,78	5,85	21,95	-	-	19,34	13,33	-	-	-	-	20,37	21,64
12	Panjang tandan sekunder	-	-	-	-	-	-	4,32	19,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	panjang tandan primer yang efektif	11,36	14,82	19,74	20,55	19,74	20,55	-	-	-	-	19,51	13,63	-	-	-	-	-	-
14	jumlah buah di tandan primer per tanaman	17,55	20,85	27,79	28,76	27,79	28,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Jumlah tandan per tanaman	-	-	-	-	-	-	-	-	28,20	54,40	-	-	8,67	13,64	0,41	34,91	18,28	24,32
16	Jumlah cabang utama	-	-	-	-	-	-	-	-	35,20	47,10	-	-	-	-	-	-	-	-

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014)		(Dapke, 2016)		(Patel, 2010)		(Sarwar <i>et al.</i> , 2010)		(Bhatt and Reddy, 1981)		(Golakia <i>et al.</i> , 2007)		(Halilu, 2013)		(Olewi <i>et al.</i> , 2016)		(Sarwar and Chaudhry, 2008)	
		KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)
17	Jumlah cabang sekunder	-	-	-	-	-	-	-	-	47,90	70,60	-	-	6,83	11,90	-	-	-	-
18	Jumlah cabang per tanaman	15,72	21,26	-	-	-	-	15,67	29,83	-	-	-	-	-	-	8,90	39,93	-	-
19	Jumlah cabang efektif per tanaman	15,61	21,27	31,28	37,07	-	-	-	-	-	-	39,60	29,59	-	-	-	-	-	-
20	Jumlah kapsul di tandan primer	-	-	-	-	-	-	11,38	26,63	41,30	61,50	32,00	26,81	8,55	16,14	-	-	41,71	46,45
21	Jumlah kapsul di tandan sekunder	-	-	-	-	-	-	14,45	29,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Jumlah biji pertanaman	-	-	20,78	21,32	20,78	21,32	-	-	25,70	66,70	35,39	28,42	-	-	17,60	22,62	16,98	22,08
23	Berat kering biji	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,90	34,40	-	-
24	berat 100 buah	6,71	8,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	berat 100 biji	6,28	7,83	11,41	15,38	11,41	15,38	-	-	-	-	16,50	15,10	-	-	-	-	8,07	12,07
26	Berat buah pertanaman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Berat biji	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,65	13,37	-	-
28	Berat biji per tanaman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,67	12,22	7,95	14,04
29	kandungan minyak	1,82	2,50	2,71	4,53	2,71	4,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Produksi (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,43	17,79	-	-	-	-
31	Pertumbuhan tanaman	50,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62,10	35,69	-	-
32	Indeks panen	21,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,58	32,01	-	-

Keterangan KVG : Koefisien variasi genetik, KVF : Koefisien variasi fenotip

Pada Tabel 1 menunjukkan beberapa hasil penelitian tentang keragaman yang terdapat pada tanaman jarak kepyar. Dari keseluruhan hasil penelitian koefisien variasi genetik (KVG) dengan nilai terendah terdapat pada hasil penelitian Oleiwi *et al.*, (2016) sebesar 0,41 pada parameter jumlah bunga per tanaman. Nilai KVG yang tertinggi didapatkan pada hasil penelitian Oleiwi *et al.*, (2016) sebesar 96,9 pada variabel pengamatan berat biji kering. Hasil dari nilai koefisien variasi fenotip (KVF) yang terendah sebesar 1,64 oleh penelitian Halilu (2013) pada variabel pengamatan panjang bunga dan yang tertinggi hasil penelitian Bhatt and Reddy (1981) sebesar 70,6 pada variabel pengamatan jumlah cabang sekunder.

2.3 Heritabilitas

Heritabilitas adalah kemampuan untuk mewariskan suatu karakter pada turunannya. Heritabilitas didefinisikan sebagai rasio variasi genetik dan lingkungan terhadap variasi total. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya heritabilitas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi. Mengubah faktor-faktor tersebut dapat menghasilkan estimasi heritabilitas yang berbeda. Pendugaan heritabilitas dapat dilakukan dengan dua cara yang berbeda yaitu dengan heritabilitas arti luas dan heritabilitas arti sempit (Acquaah, 2012).

Heritabilitas arti luas diestimasi menggunakan varians genetik total (V_G), yang dinyatakan secara matematis sebagai $H = V_G / V_P$. Nilai yang dihasilkan heritabilitas arti luas cenderung tinggi. Heritabilitas secara matematis dituliskan sebagai $h^2 = V_A / V_P$. Heritabilitas arti sempit lebih berguna dalam pemuliaan tanaman karena komponen varians genetik aditif menentukan respons terhadap seleksi. Meskipun ada juga kasus yang lebih cocok untuk digunakannya heritabilitas arti luas. Besarnya heritabilitas arti sempit tidak dapat melebihi heritabilitas arti luas dan biasanya kurang dari nilai heritabilitas arti luas (Acquaah, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pendugaan heritabilitas arti luas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi. Dalam populasi genetik, bila heritabilitas didefinisikan sebagai $h^2 = V_A / V_P$ (yaitu, dalam arti sempit), variansnya adalah data individu dalam populasi. Namun, dalam pemuliaan tanaman, sifat-sifat tertentu seperti hasil, biasanya diukur berdasarkan plot (bukan pada tanaman individu). Jumlah varians genotipik yang

ada untuk suatu sifat dalam suatu populasi mempengaruhi pendugaan heritabilitas. Tetua bertanggung jawab atas struktur genetik dari populasi yang tetua hasilkan. Tetua yang berbeda membedakan populasi yang lebih bervariasi secara genetik. inbreeding cenderung meningkatkan besaran varians genetik di antara individu-individu dalam populasi (Acquaah, 2012).

Faktor kedua yaitu adalah ukuran sampel. Karena tidak praktis untuk mengukur semua individu dalam populasi besar, heritabilitas dapat dihitung menggunakan pengambilan sampel. Untuk mendapatkan varians genetik yang valid dari heritabilitas, pengambilan sampel harus secara acak. Kelemahan dari pendugaan heritabilitas yaitu adanya bias dan kurangnya ketepatan. Faktor ketiga yaitu metode perhitungan, heritabilitas dapat diperkirakan oleh beberapa metode yang menggunakan populasi genetik yang berbeda dan menghasilkan pendugaan yang mungkin berbeda. Metode perhitungan terdiri dari metode komponen varians dan regresi induk. Skema persilangan dirancang dengan hati-hati untuk memungkinkan didaptkannya varians genetik total yang benar (Acquaah, 2012).

Aplikasi heritabilitas yang pertama adalah untuk menentukan apakah suatu sifat akan menguntungkan untuk pemuliaan. Jika pada penggunaan metode heritabilitas arti sempit mendapatkan nilai yang tinggi, menunjukkan bahwa penggunaan metode pemuliaan tanaman akan berhasil meningkatkan sifat yang diinginkan. Aplikasi kedua yaitu untuk menentukan strategi seleksi yang paling efektif untuk digunakan dalam program pemuliaan. Metode pemuliaan yang menggunakan seleksi berdasarkan fenotip yang memiliki heritabilitas tinggi untuk sifat yang diinginkan. Aplikasi ketiga yaitu untuk memprediksi hasil dari seleksi. Respon terhadap seleksi bergantung pada heritabilitas. Heritabilitas tinggi akan memungkinkan didapatkan respon yang tinggi terhadap seleksi untuk memajukan seleksi ke perubahan yang diinginkan (Acquaah, 2012).

Tabel 2 Heritabilitas tanaman jarak kepyar pada beberapa penelitian

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014) Hb (%)	(Dapke, 2016) Hb (%)	(Patel, 2010) Hb (%)	(Sarwar <i>et al.</i> , 2010) Hb (%)	(Bhatt and Reddy, 1981) Hb (%)	(Golakia <i>et al.</i> , 2007) Hb (%)	(Halilu, 2013) Hb (%)	(Oleiwi <i>et al.</i> , 2016) Hb (%)	(Sarwar and Chaudhry, 2008) Hb (%)
1	Umur berbunga	69,20	-	95,20	-	78,00	-	-	-	-
2	Umur berbunga tandan primer	-	69,96	-	-	-	90,57	-	-	-
3	Umur berbunga 50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Umur panen	66,28	91,48	91,50	45,00	-	93,94	-	-	97,80
5	Umur panen tandan utama	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Jumlah buku (nodes) hingga ke tandan utama	82,23	47,73	-	-	89,30	90,09	16,94	-	-
7	Tinggi tanaman hingga tandan primer	76,23	93,61	-	-	-	-	-	-	-
8	Tinggi tanaman	61,88	-	95,00	54,00	68,70	79,09	-	96,83	96,30
9	Tinggi tanaman saat panen	-	-	-	-	-	-	8,00	-	-
10	Panjang bunga	-	-	-	-	-	-	31,38	-	-
11	panjang tandan primer	-	-	85,40	6,50	-	47,49	-	-	88,60
12	Panjang tandan sekunder	-	-	-	5,00	-	-	-	-	-
13	panjang tandan primer yang efektif	58,74	92,27	-	-	-	48,84	-	-	-
14	jumlah buah di tandan primer per tanaman	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-
15	Jumlah tandan per tanaman	-	-	-	27,00	26,90	-	40,40	29,03	56,50
16	Jumlah cabang utama	-	94,15	-	-	56,00	-	-	-	-
17	Jumlah cabang sekunder	-	-	-	-	46,10	-	32,98	-	-

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014) Hb (%)	(Dapke, 2016) Hb (%)	(Patel, 2010) Hb (%)	(Sarwar <i>et al.</i> , 2010) Hb (%)	(Bhatt and Reddy, 1981) Hb (%)	(Golakia <i>et al.</i> , 2007) Hb (%)	(Halilu, 2013) Hb (%)	(Oleiwi <i>et al.</i> , 2016) Hb (%)	(Sarwar and Chaudhry, 2008) Hb (%)
18	Jumlah cabang per tanaman	54,68	-	-	27,00	-	-	-	89,90	-
19	Jumlah cabang efektif per tanaman	53,90	71,20	91,70	-	-	55,82	-	-	-
20	Jumlah kapsul di tandan primer	70,84	93,40	96,30	18,30	-	70,20	28,04	-	80,60
21	Jumlah kapsul di tandan sekunder	-	-	-	23,20	-	-	-	-	-
22	Jumlah biji pertanaman	-	94,97	91,00	14,50	15,20	64,52	-	94,62	59,10
23	Berat kering biji	-	-	-	-	-	-	-	98,98	-
24	bobot 100 buah	66,92	-	-	-	-	-	-	-	-
25	bobot 100 biji	64,33	54,98	94,50	7,00	-	83,78	-	-	44,80
26	Berat buah pertanaman	-	-	-	-	-	-	-	-	32,10
27	Berat biji	-	-	-	-	-	-	-	79,48	-
28	Berat biji per tanaman	-	-	-	-	-	-	-	94,00	-
29	kandungan minyak	53,36	35,77	72,50	-	-	-	-	-	-
30	Produksi (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	34,38	-	-
31	Pertumbuhan tanaman	-	-	-	-	-	-	-	98,42	-
32	Indeks panen	-	-	-	-	-	-	-	92,64	-

Keterangan : Hb : Heritabilitas arti luas

Pada tanaman jarak kepyar terdapat karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi dan terdapat juga karakter yang memiliki nilai heritabilitas sedang atau rendah. Hal tersebut tergantung pada bahan penelitian, metode dan lokasi penelitian. Tabel 2 menunjukkan hasil penelitian heritabilitas pada karakter jarak kepyar. Pada variabel pengamatan umur berbunga, tinggi tanaman, berat 100 biji, kandungan minyak, dan umur panen tandan utama pada beberapa penelitian didapatkan nilai heritabilitas yang tinggi (Patel and Patel, 2014).

Karakter yang tergolong tinggi merupakan karakter yang memiliki nilai heritabilitas diatas 50%. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa karakter ini diatur oleh aksi gen aditif dan seleksi pada karakter karakter tersebut akan efektif untuk perbaikan karakter (Dapke, 2016). Pada hasil penelitian Halilu (2013) semua hasil pengamatan memiliki nilai heritabilitas sedang hingga rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya nilai pendugaan heritabilitas arti luas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi (Acquaah, 2012).

2.4 Poliploid

Poliploid adalah keadaan dimana sel memiliki dua set dasar kromosom pada sel somatik yang melebihi jumlah diploid, dan individu yang memilikinya disebut poliploid. Sifat spesies yang cocok untuk induksi poliploid yang pertama spesies memiliki jumlah kromosom yang rendah. Sifat yang kedua yaitu bagian ekonomi tanaman merupakan bagian vegetatif. Sifat yang ketiga yaitu merupakan tanaman yang menyerbuk silang. Sifat yang keempat, tanaman termasuk dalam tanaaman tahunan, dan yang kelima, tanaman memiliki kemampuan untuk bereproduksi secara vegetatif (Acquaah, 2012).

Manipulasi poliploid dilakukan untuk mendapatkan jenis yang mempunyai lebih dari 2 set kromosom ($2n$), berdasarkan pertimbangan pemuliaan terhadap flora dan fauna untuk memperbaiki mutu yang lebih baik dari jenis atau organisme sebelumnya. Individu normal di alam pada umumnya memiliki 2 set kromosom yang biasa disebut diploid ($2n$). Individu diploid yang menghasilkan mutan gamet haploid (n), biasanya berumur pendek. Apabila telur dari organisme diploid dirangsang untuk menjalani embriogenesis tanpa fertilisasi oleh sperma, akan menghasilkan individu haploid yang menyimpang. Manipulasi poliploid

menghasilkan individu triploid, tetraploid dan ploid yang lebih tinggi. Poliploid ini dapat tumbuh lebih pesat dibandingkan individu diploid dan haploid. Individu triploid memiliki sifat steril dan individu tetraploid bersifat fertil (Kadi, 2007).

Individu poliploidi secara fenotip, berbeda dengan diploid maupun haploid. Sel tetraploid lebih besar dibandingkan sel diploid dan haploid. Kelebihan individu poliploid adalah tumbuh lebih cepat dan mudah beradaptasi dengan lingkungan, dibandingkan dengan individu diploid dan haploid. Individu tetraploid dapat berperan mengontrol pertumbuhan organisme lain di lingkungan habitat yang sama. Sifat umum dari tanaman poliploidi adalah menjadi lebih kekar, bagian tanaman lebih besar (akar, batang, daun, bunga, dan buah), sehingga sifat-sifat yang kurang baik akan menjadi lebih baik tanpa mengubah potensi hasilnya (Sulistianingsih, 2004).

Menurut hasil penelitian Avidov and Lerner (2010) tentang poliploidi pada tanaman jarak kepyar. Tanaman jarak kepyar hasil dari manipulasi poliploidi merupakan tetraploid ($4n$) yang pada umumnya jarak kepyar merupakan diploid ($2n$). Tanaman jarak kepyar poliploid dengan tanaman jarak diploid memiliki beberapa perbedaan kenampakan sifat. Jarak kepyar tetraploid memiliki stomata lebih besar, luas permukaan daun lebih besar, dan biji yang dihasilkan lebih besar. Hasil penelitian poliploidi pada tanaman pacar air menghasilkan tanaman pacar air tetraploid $2n=4x=24$. Hasil dari poliploidi berpengaruh nyata terhadap parameter morfologi seperti tinggi tanaman, panjang daun, lingkaran batang, dan waktu pembungaan (Wiendra, 2011).

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian penanaman telah dilaksanakan di Ngijo, Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 525 mdpl, dengan suhu 24-25 °C. Penelitian akan dilakukan pada bulan Januari 2018 sampai dengan bulan Mei 2018.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 galur CT5, pupuk SP36, urea, KCL, descriptor dari UPOV dan Panduan Descriptor Draft Nasional Guidelines for the Conduct of Test for Distinctness, Uniformity, and Stability Castor (*R. communis* L.). Bahan tanam yang digunakan adalah 20 genotip Jarak Kepyar perlakuan kolkisin generasi ke-5 (CT5) masing masing galur terdapat 6 tanaman. Berikut galur jarak kepyar yang digunakan yaitu CT5(01)C856-4242, CT5(02)C856-2315, CT5(03)C856-1635, CT5(04)C856-3462, CT5(05)C856-343, CT5(06)C856-5145, CT5(07)C864-1215, CT5(08)C864-1433, CT5(09)C864-4524, CT5(10)C864-2564, CT5(11)C864-1512, CT5(12)C864-3532, CT5(13)C864-1233, CT5(14)1012-1551, CT5(15)TD-2412, CT5(16)THAI-3421, CT5(17)THAI-5314, CT5(18)THAI-5334, CT5(19)THAI-5615, CT5(20)THAI-2445. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah petridisk, timbangan, jangka sorong, kamera digital, meteran, cutter, tugal, sprayer, cangkul, sabit, dan gunting.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan 20 galur jarak kepyar generasi ke-5 (CT5). Tanaman di tanam di lahan menggunakan polybag ukuran 60x60 cm, dengan jarak antar tanaman 100x100 cm dan batas border 50 cm. Dilakukan dengan dua ulangan dan tiap galur terdapat 6 tanaman, sehingga terdapat 120 satuan percobaan dan dengan 2 ulangan menjadi 240 satuan percobaan. Pengamatan dilakukan pada karakter-karakter kuantitatif tanaman jarak kepyar sesuai dengan descriptor UPOV (Geneva, 2016) dan Descriptor Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor bean (*Ricinus communis* L.) (Chakrabarty, 2003).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Persiapan lahan dimulai dengan pengukuran lahan yang akan digunakan untuk penelitian, setelah itu lahan dibersihkan dari tumbuhan pengganggu maupun sisa panen dari tanaman sebelumnya. Lahan yang digunakan memiliki luas 20x12 meter. Pemilihan benih dari tiap galur dilakukan dengan memilih biji yang bagus dan memiliki corak yang seragam. Benih disiapkan sebanyak yang akan ditanam dan dipersiapkan sulamannya. Penanaman dilakukan secara langsung, membuat lubang dengan ditugal, dan dimasukkan benih, Furadan, dan SP 36. Penanaman benih dilakukan dengan cara menanam 2 benih per lubang tanam dan 1 lubang tanam di tiap polibag yang terdapat 6 polibag satu barisnya. Tanaman jarak kepyar ditanam dengan jarak tanam 100x100 cm.

Pemupukan diberikan pada saat awal penanaman, 10 hst dan 30 hst yaitu dengan menggunakan Urea (N 46%), SP-36 (P_2O_5 36 %) dan KCL (K_2O 60%). Dosis pemupukan yaitu dengan Urea sebesar 130 kg/ha, SP-36 sebesar 37,5 kg/ha, dan KCL sebesar 66,7 kg/ha. Jadi pupuk yang harus diberikan per tanaman pada pupuk urea 13 g/tanaman, sp-36 3,75 g/tanaman, dan KCl 6,67 g/tanaman.

Penyiraman dilakukan pada tiap hari pada awal tanam. Pada saat tanaman tumbuh dengan sempurna tanaman disiram dua hari sekali. Pada musim hujan penyiraman tidak dilakukan. Penyiangan dilakukan sekali pada tiap minggu. Dilakukan penyemprotan pestisida dengan bahan aktif abamektin 18,4 g/l dan fungisida dengan bahan aktif azoxistrobin 200 g/l + difenokonazole 125 g/l setiap minggu sekali. Pada saat serangan OPT tinggi dilakukan 2 kali penyemprotan insektisida. Pengendalian mekanis juga dilakukan ketika terdapat serangan OPT. Panen dilakukan ketika buah jarak kepyar berwarna coklat dan kering pada umur sekitar 120-130 hari. Buah jarak kepyar yang telah dipanen kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan diberi nama sesuai galur, kemudian disimpan.

3.5 Pengamatan Penelitian

Pengamatan yang dilakukan untuk pendugaan nilai heritabilitas adalah karakter-karakter agronomi yang bersifat kuantitatif. Pengamatan karakter pada Tabel 3 agronomi berdasarkan UPOV dan Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor.

Tabel 3 Karakter Kuantitatif

No	Karakter	Pelaksanaan
1.	Tinggi tanaman	Diukur mulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh dilakukan setiap minggu
2.	Diameter batang atas	Diukur diameter batang bagian atas
3.	Panjang batang utama	Diukur panjang batang utama
4.	Panjang tandan	Diukur mulai dari titik tumbuh hingga ke ujung tandan
5.	Jumlah ruas	Dihitung jumlah ruas pada satu tanaman
6.	Diameter ruas	Diukur diameter ruas ke 4 dan 5
7.	Panjang tangkai daun	Diukur panjang tangkai daun ke 4 dari atas
8.	Diameter tangkai daun	Diukur diamter tangkai daun ke 4 dari atas
9.	Panjang helai daun	Diukur mulai dari tangkai daun hingga ke ujung daun
10.	Lebar helai daun	Diukur lebar daun dari ujung ke ujung
11.	Jumlah jari-jari daun	Dihitung jumlah jari-jari pada daun ke 4 dari atas
12.	Panjang bunga	Diukur mulai dari pangkal bunga hingga ujung bunga
13.	Panjang tangkai buah	Diukur mulai dari pangkal tangkai buah hingga ujung tangkai buah saat 50 hst pada daun ke 4 dari atas
14.	Panjang kapsul	Diukur panjang kapsul mulai dari ujung kapsul sampai dengan pangkal kapsul
15.	Jumlah buah	Dihitung jumlah buah per tandan
16.	Berat tandan	Ditimbang berat tandan utama pada satu tanaman
17.	Berat buah	Ditimbang berat buah pada satu tanaman
18.	Jumlah total biji	Dihitung jumlah total biji dari satu tanaman
19.	Berat total biji	Ditimbang berat 100 biji
20.	Berat 100 biji	Dihitung berat 100 biji
21.	Panjang biji	Diukur mulai dari caruncle hingga ujung biji
22.	Lebar biji	Diukur sisi terlebar yang tegak lurus dengan panjang biji
23.	Tebal biji	Diukur ketebalan biji

3.6 Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA). Kemudian hasil analisis varians di uji lanjut Scott-Knott dengan aplikasi SASM-Agri.

Analisis Varians

Sumber ragam	Db	Jk	KT	F hit
Kelompok	r-1	JKr	KTr	KTr/KTg
Genotip	g-1	JKg	KTg	KTg/KTr
Galat	(r-1)(g-1)	JKe	KTe	
Total	rg-1	JKt		

Keterangan: σ_g^2 = Varians genetik

σ_e^2 = Varians lingkungan

r = banyak kelompok

Varians galat σ_e^2 = KTe

Varians genetik $\sigma_g^2 = \frac{KTg - Kte}{r}$

Varians fenotip $\sigma_p^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$

Nilai heritabilitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Heritabilitas = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{\left[\frac{KT_{genotip} - KT_{galat}}{r} \right]}{\left[\left(\frac{KT_{genotip} - KT_{galat}}{r} \right) + KT_{galat} \right]}$$

$$Heritabilitas = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

kriteria nilai duga heritabilitas dalam arti luas untuk kriteria tinggi ($h^2 > 0,50$), sedang ($0,20 \leq h^2 \leq 0,50$), rendah ($h^2 < 0,20$) (Stansfield and Elrod, 2002).

Variasi genetik untuk semua sifat yang diamati dihitung dari koefisien keragaman genetik dan koefisien keragaman fenotip menurut rumus Singh and Chaudary (1977) sebagai berikut :

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

σ_f^2 = varians fenotip

σ_g^2 = varians genetik

X = rata-rata umum

Berdasarkan kriteria Sudarmadji (2007), koefisien keragaman genetik dibagi dalam tiga kategori yaitu :

- Besar ($KVG \geq 14,5\%$)
- Sedang ($5\% \leq KVG < 14,5\%$)
- Kecil ($KVG < 5\%$)

Berdasarkan (Kumar *et al.*, 2018), nilai KVF dikategorikan sebagai berikut: rendah = 0-10%, sedang =10-20%, tinggi $\geq 20\%$.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kondisi Umum

Penelitian dilaksanakan di daerah Ngijo yang berada pada ketinggian 525 mdpl, dengan suhu 24-25 °C. Curah hujan tinggi pada saat awal tanam hingga berbunga (Lampiran 6). Pada saat memasuki masa berbunga kondisi cuaca memasuki musim kemarau, dengan lama penyinaran yang relatif tinggi (Lampiran 7). Sistem irigasi yang dilakukan yaitu sistem tadah hujan. Pada saat musim kemarau irigasi diberikan 3 hari sekali. Kondisi tanah lahan penelitian berjenis tanah liat. Tipe liat memiliki daya serap air yang rendah sehingga mudah jenuh air. Tanaman jarak kepyar kurang optimal jika kondisi tanahnya jenuh air atau tergenang. Oleh karena itu sistem drainase lahan penelitian di atur sehingga air yang masuk mudah teralirkan. Menanam dalam polibag merupakan salah satu cara agar tanaman tidak tergenang air.

Secara umum serangan OPT terhadap tanaman budidaya dapat teratasi dan tanaman dapat tumbuh dengan baik. Dalam pelaksanaan penelitian terdapat beberapa serangan OPT. Hama dan penyakit yang menyerang tanaman jarak kepyar antara lain ulat daun, ulat penggerek buah (*Dichocrocis punctiferalis*) (Gambar 6b), jamur (*Botrytis blight*) (Gambar 6a) dan penyakit layu fusarium (*Fusarium wilt*) (Gambar 6c). Ulat dan jamur menyerang pada saat fase berbunga hingga panen. Serangan dari ulat penggerek buah dikendalikan secara mekanik yaitu di buang satu persatu buah yang terserang ulat penggerek. Pengendalian ulat penggerek secara kimiawi tidak terlalu berpengaruh karena letak ulat yang berada di dalam buah.

Penyakit layu fusarium menyerang tanaman jarak kepyar pada fase awal tanam. Dilakukan penyemprotan pestisida dengan bahan aktif abamektin 18,4 g/l dan fungisida dengan bahan aktif azoxistrobin 200 g/l + difenokonazole 125 g/l setiap minggu sekali. Pada saat serangan OPT tinggi dilakukan 2 kali penyemprotan insektisida. Untuk mengatasi serangan penyakit layu fusarium yaitu dengan mencabut dan dibuang. Tindakan pencegahan penyakit layu dengan cara memperbaiki drainase, agar tanaman tidak jenuh air atau tergenang.

4.1.2 Keragaman

Tabel 4 Nilai KVG dan KVF

Karakter	KT Genotip	σ_f^2	σ_g^2	σ_e^2	KVG	Kriteria	KVF	Kriteria
Tinggi tanaman	372,35**	232,71	139,64	93,07	17,42	Tinggi	22,49	Tinggi
Diameter batang atas	0,03	0,03	0,00	0,02	5,60	Sedang	13,81	Sedang
Panjang batang utama	333,74**	202,38	131,36	71,01	23,05	Tinggi	28,62	Tinggi
Panjang tandan	16,95**	9,81	7,15	2,66	15,12	Tinggi	17,71	Sedang
Jumlah ruas	2,5**	1,51	0,99	0,52	7,34	Sedang	9,06	Rendah
Diameter ruas	0,08**	0,05	0,03	0,02	13,84	Sedang	18,5	Sedang
Panjang tangkai daun	14,53**	7,61	6,92	0,69	12,03	Sedang	12,62	Sedang
Diameter tangkai daun	0,02**	0,01	0,01	0,01	9,90	Sedang	13,08	Sedang
Panjang helai daun	11,69*	8,16	3,53	4,63	9,02	Sedang	13,71	Sedang
Lebar helai daun	17,38**	9,46	7,92	1,54	8,81	Sedang	9,62	Rendah
Jumlah jari-jari daun	0,32*	0,21	0,11	0,11	3,53	Rendah	5,01	Rendah
Panjang bunga	12,9**	8,36	4,54	3,83	14,91	Tinggi	20,25	Tinggi
Panjang tangkai buah	0,18**	0,09	0,08	0,01	12,73	Sedang	13,3	Sedang
Panjang kapsul	0,04**	0,03	0,01	0,01	5,41	Sedang	7,32	Rendah
Jumlah buah	45,84*	30,51	15,33	15,17	15,95	Tinggi	22,5	Tinggi
Berat tandan	109,3	111,51	-2,21	113,72	4,85	Rendah	34,46	Tinggi
Berat buah	115,79**	67,48	48,31	19,18	25,21	Tinggi	29,79	Tinggi
Jumlah total biji	333,35**	197,09	136,26	60,84	16,88	Tinggi	20,3	Tinggi
Berat total biji	52,47**	29,94	22,53	7,41	26,61	Tinggi	30,68	Tinggi
Berat 100 biji	0,31**	0,16	0,15	0,00	12,24	Sedang	12,41	Sedang
Panjang biji	0,03**	0,02	0,01	0,00	7,78	Sedang	9,22	Rendah
Lebar biji	0,00**	0,00	0,00	0,00	5,11	Sedang	5,32	Rendah
Tebal biji	0,00**	0,00	0,00	0,00	4,89	Rendah	4,97	Rendah

Keterangan : KVG : Koefisien Variasi Genetik, KVF: Koefisien Variasi Fenotip, KT: Kuadrat Tengah, σ_f^2 : Varians Fenotip, σ_g^2 : Varians Genetik, σ_e^2 : Varians Lingkungan, Kriteria KVG : Tinggi ($\geq 14,45\%$), Sedang ($5 \leq \text{KVG} < 14,45\%$), Rendah (0-5%), Kriteria KVF : Tinggi ($\geq 20\%$), Sedang (10-20%), Rendah (0-10%).

Hasil dari analisis perhitungan nilai koefisien variasi genetik (KVG) didapatkan nilai yang bervariasi dengan nilai tertinggi 26,61 dan terendah 3,53. Didapatkan nilai koefisien variasi fenotip (KVF) yang bervariasi dengan nilai tertinggi 34,46 dan terendah 4,97. Besar nilai KVG dari setiap karakter menurut (Sudarmadji, 2007) dikelompokkan ke dalam 3 kriteria yaitu tinggi, sedang dan rendah. Pengelompokkan berdasarkan nilai tinggi adalah nilai yang $\geq 14,5$. Kriteria

nilai sedang berkisar antara $< 14,5$ sampai dengan ≥ 5 . Kriteria nilai rendah bernilai < 5 .

Besar nilai KVF dari setiap karakter menurut (Kumar *et al.*, 2018) dikelompokkan kedalam 3 kriteria yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kriteria nilai rendah berkisar antara 0 sampai dengan < 10 . Kriteria nilai sedang berkisar antara ≥ 10 sampai dengan < 20 . Kriteria nilai tinggi bernilai ≥ 20 . Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai tinggi memiliki nilai KVG 15,12 sampai dengan 26,61 karakter-karakter dengan kriteria nilai tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji.

Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai sedang memiliki nilai 5,11 sampai dengan 14,91 Karakter yang termasuk dalam kriteria nilai sedang yaitu diameter batang atas, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji, panjang biji, dan lebar biji. Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai rendah memiliki nilai 3,53 sampai dengan 4,89 karakter yang termasuk dalam kriteria nilai rendah yaitu jumlah jari-jari daun, berat tandan, tebal biji.

Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai tinggi memiliki nilai KVF 20,25 sampai dengan 34,46 karakter-karakter dengan kriteria nilai tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang bunga, jumlah buah, berat tandan, berat buah, jumlah total biji, dan berat total biji. Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai sedang memiliki nilai 12,41 sampai dengan 18,5. Karakter yang termasuk dalam kriteria nilai sedang yaitu diameter batang atas, panjang tandan, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, panjang tangkai buah, berat 100 biji. Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai rendah memiliki nilai 4,97 sampai dengan 9,62 karakter yang termasuk dalam kriteria nilai rendah yaitu jumlah ruas, lebar helai daun, jumlah jari-jari daun, panjang kapsul, panjang biji, lebar biji, tebal biji.

4.1.3 Heritabilitas

Tabel 5 Heritabilitas

Karakter	σ_f^2	σ_g^2	H	Kriteria	KVG	Kriteria	KVF	Kriteria
Tinggi tanaman	232,71	139,64	0,6	Tinggi	17,42	Tinggi	22,49	Tinggi
Diameter batang atas	0,03	0,00	0,16	Rendah	5,60	Sedang	13,81	Sedang
Panjang batang utama	202,38	131,36	0,65	Tinggi	23,05	Tinggi	28,62	Tinggi
Panjang tandan	9,81	7,15	0,73	Tinggi	15,12	Tinggi	17,71	Sedang
Jumlah ruas	1,51	0,99	0,66	Tinggi	7,34	Sedang	9,06	Rendah
Diameter ruas	0,05	0,03	0,56	Tinggi	13,84	Sedang	18,50	Sedang
Panjang tangkai daun	7,61	6,92	0,91	Tinggi	12,03	Sedang	12,62	Sedang
Diameter tangkai daun	0,01	0,01	0,57	Tinggi	9,90	Sedang	13,08	Sedang
Panjang helai daun	8,16	3,53	0,43	Sedang	9,02	Sedang	13,71	Sedang
Lebar helai daun	9,46	7,92	0,84	Tinggi	8,81	Sedang	9,62	Rendah
Jumlah jari-jari daun	0,21	0,11	0,51	Tinggi	3,53	Rendah	5,01	Rendah
Panjang bunga	8,36	4,54	0,54	Tinggi	14,91	Tinggi	20,25	Tinggi
Panjang tangkai buah	0,09	0,08	0,92	Tinggi	12,73	Sedang	13,3	Sedang
Panjang kapsul	0,03	0,01	0,55	Tinggi	5,41	Sedang	7,32	Rendah
Jumlah buah	30,51	15,33	0,51	Tinggi	15,95	Tinggi	22,5	Tinggi
Berat tandan	111,51	-2,21	-0,02	Rendah	4,85	Rendah	34,46	Tinggi
Berat buah	67,48	48,31	0,72	Tinggi	25,21	Tinggi	29,79	Tinggi
Jumlah total biji	197,09	136,26	0,69	Tinggi	16,88	Tinggi	20,3	Tinggi
Berat total biji	29,94	22,53	0,75	Tinggi	26,61	Tinggi	30,68	Tinggi
Berat 100 biji	0,16	0,15	0,97	Tinggi	12,24	Sedang	12,41	Sedang
Panjang biji	0,02	0,01	0,71	Tinggi	7,78	Sedang	9,22	Rendah
Lebar biji	0,00	0,00	0,92	Tinggi	5,11	Sedang	5,32	Rendah
Tebal biji	0,00	0,00	0,97	Tinggi	4,89	Rendah	4,97	Rendah

Keterangan: KVG: Koefisien Variasi Genetik, KVF: Koefisien Variasi Fenotip, H: Heritabilitas, σ_f^2 : Varian Fenotip, σ_g^2 : Varian Genetik, σ_e^2 : Varian Lingkungan. Kriteria heritabilitas: tinggi ($h^2 > 0,50$), sedang ($0,20 \leq h^2 \leq 0,50$), rendah ($h^2 < 0,20$)

Hasil analisis perhitungan nilai heritabilitas didapatkan hasil yang bervariasi. Pengelompokan nilai heritabilitas kedalam 3 kriteria yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Kriteria nilai tinggi bernilai antara 0,5 sampai dengan 0,97. Karakter yang memiliki kriteria nilai tinggi antara lain karakter tinggi tanaman panjang batang utama panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, jumlah buah berat buah, jumlah total biji berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, dan jumlah jari-jari daun.

Heritabilitas karakter yang termasuk ke dalam kriteria sedang memiliki nilai 0,43 yaitu panjang helai daun. Karakter yang termasuk dalam kriteria nilai rendah

bernilai antara -0,02 sampai dengan 0,16 yaitu diameter batang atas dan berat tandan.

4.1.4 Penampilan Karakter Hasil dan Komponen Hasil

Hasil dari analisis varians didapatkan 18 karakter yang menunjukkan perbedaan sangat nyata, dan 3 karakter yang berbeda nyata. Karakter yang berbeda sangat nyata yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat buah, jumlah total biji, berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, dan tebal biji. Karakter yang berbeda nyata yaitu panjang helai daun, jumlah jari-jari daun, dan jumlah buah. Karakter yang tidak berbeda nyata yaitu adalah diameter batang atas dan berat tandan.

Penampilan karakter komponen hasil dan hasil dari keseluruhan galur didapatkan beberapa kelompok keragaman dengan nilai yang bervariasi. Pada karakter tinggi tanaman terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 69,13 cm sampai dengan 89,13 cm, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(19)THAI-5615, CT5(10)C864-2564, CT5(17)THAI-5314, CT5(08)C864-1433, CT5(13)C864-1233, CT5(07)C864-1215, CT5(20)THAI-2445, CT5(18)THAI-5334, dan CT5(16)THAI-3421. Kelompok kedua dengan rentang nilai 44,63 cm sampai dengan 65,38 cm, yang terdiri dari galur CT5(01)C856-4242, CT5(15)TD-2412, CT5(14)1012-1551, CT5(02)C856-2315, CT5(03)C856-1635, CT5(06)C856-5145, CT5(04)C856-3462, CT5(05)C856-343, CT5(11)C864-1512, dan CT5(09)C864-4524.

Pada karakter panjang batang utama terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 48,25 cm sampai dengan 69,00 cm, yang terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(09)C864-4524, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(10)C864-2564, CT5(19)THAI-5615, CT5(07)C864-1215, CT5(17)THAI-5314, CT5(13)C864-1233, CT5(20)THAI-2445, CT5(18)THAI-5334, CT5(16)THAI-3421. Kelompok kedua dengan rentang nilai 28,29 cm sampai dengan 44,5 cm, terdiri dari galur CT5(05)C856-343, CT5(04)C856-3462, CT5(03)C856-1635, CT5(02)C856-2315, CT5(06)C856-5145, CT5(01)C856-4242, CT5(14)1012-1551, dan CT5(15)TD-2412.

Tabel 6 Penampilan Karakter Batang dan Daun

Nama Galur	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang atas (cm)	Panjang bantang utama (cm)	Jumlah ruas (ruas/tanaman)	Diameter ruas (cm)	Panjang tangkai daun (cm)	Diameter tangkai daun (cm)	Panjang helai daun (cm)	Lebar helai daun (cm)	Jumlah jari-jari daun
CT5(01)C856-4242	44,63b	1,13a	28,88b	14,63a	0,97b	19,29d	0,78b	17,75a	0,83a	9,00a
CT5(02)C856-2315	55,67b	1,20a	38,25b	15,50a	1,15b	21,50c	0,93a	19,42a	0,86a	9,50a
CT5(03)C856-1635	56,04b	0,99a	42,42b	13,17b	1,07b	21,04c	0,80b	18,88a	0,83a	9,33a
CT5(04)C856-3462	60,25b	1,00a	44,13b	14,29a	0,94b	19,00d	0,77b	17,50a	0,79a	8,46a
CT5(05)C856-343	62,50b	1,12a	44,50b	15,00a	1,18b	20,25c	0,97a	23,00a	0,81a	8,83a
CT5(06)C856-5145	59,00b	1,25a	37,00b	12,25b	1,09b	18,50d	0,75b	17,00a	0,77a	8,50a
CT5(07)C864-1215	80,38a	1,25a	60,00a	12,67b	1,36a	27,75a	0,80b	22,13a	0,81a	9,58a
CT5(08)C864-1433	77,38a	1,28a	55,50a	15,00a	1,13b	24,58b	0,84b	22,25a	0,77a	9,17a
CT5(09)C864-4524	65,38b	1,13a	49,75a	14,50a	1,04b	21,75c	1,04a	20,00a	0,79a	8,88a
CT5(10)C864-2564	75,00a	1,03a	56,50a	13,25b	1,25b	20,96c	0,80b	21,25a	0,87a	9,13a
CT5(11)C864-1512	64,75b	1,36a	48,25a	14,13a	1,27b	23,67b	0,86b	21,38a	0,88a	9,13a
CT5(12)C864-3532	69,13a	1,33a	51,88a	12,83b	1,29b	23,00b	0,85b	21,88a	0,85a	9,38a
CT5(13)C864-1233	78,42a	1,18a	60,79a	12,75b	1,67a	23,75b	1,00a	21,17a	0,87a	9,50a
CT5(14)1012-1551	48,50b	1,13a	28,38b	10,75b	1,18b	16,58e	0,95a	20,25a	0,81a	9,25a
CT5(15)TD-2412	46,33b	1,10a	28,29b	12,75b	1,19b	19,38d	0,78b	16,88a	0,81a	9,25a
CT5(16)THAI-3421	89,13a	1,36a	69,00a	13,13b	1,61a	24,17b	0,85b	25,00a	0,89a	9,38a
CT5(17)THAI-5314	75,75a	1,27a	60,33a	13,83a	1,38a	20,50c	0,77b	20,67a	0,89a	9,75a
CT5(18)THAI-5334	87,71a	1,35a	67,83a	13,25b	1,57a	24,00b	0,90a	23,29a	0,87a	9,54a
CT5(19)THAI-5615	74,63a	1,06a	58,13a	13,75a	1,34a	22,33b	0,76b	22,00a	0,90a	9,25a
CT5(20)THAI-2445	85,88a	1,36a	64,50a	13,88a	1,42a	25,25b	1,08a	25,13a	0,90a	10,17a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji rata-rata bergerombol Scott-Knott 5%.

Tabel 7 Penampilan Karakter Bunga, Buah dan Tandan

Nama galur	Panjang tandan (cm)	Panjang bunga (cm)	Panjang tangkai buah (cm)	Panjang kapsul (cm)	Jumlah buah (buah/tanaman)	Berat tandan (g)	Berat buah (g)
CT5(01)C856-4242	16,00b	13,13a	2,55b	2,15a	21,25b	26,68a	20,04b
CT5(02)C856-2315	18,00b	11,75a	3,05a	1,98a	19,50b	37,81a	20,57b
CT5(03)C856-1635	12,25c	14,25a	2,22c	2,20a	28,00a	23,52a	25,50b
CT5(04)C856-3462	15,00c	12,63a	2,23c	2,17a	24,58b	24,82a	26,35b
CT5(05)C856-343	18,00b	16,33a	2,15c	1,90a	21,50b	29,49a	18,57b
CT5(06)C856-5145	21,00a	14,50a	2,38b	2,13a	27,75a	31,50a	35,34a
CT5(07)C864-1215	17,75b	14,63a	2,45b	2,09a	33,13a	40,68a	37,48a
CT5(08)C864-1433	21,13a	13,88a	2,45b	2,03a	29,63a	36,75a	34,80a
CT5(09)C864-4524	16,71b	11,00a	2,00d	2,09a	23,63b	21,86a	24,27b
CT5(10)C864-2564	19,25a	12,00a	2,27c	2,24a	22,63b	31,64a	30,86a
CT5(11)C864-1512	17,25b	16,38a	2,48b	2,23a	29,00a	32,70a	30,84a
CT5(12)C864-3532	13,63c	16,71a	2,33c	2,20a	23,17b	29,45a	21,05b
CT5(13)C864-1233	14,50c	12,00a	2,31c	2,10a	29,50a	35,68a	33,75a
CT5(14)1012-1551	23,50a	21,25a	2,54b	2,21a	26,88a	26,99a	20,20b
CT5(15)TD-2412	17,50b	14,92a	1,88d	2,05a	18,25b	12,05a	10,91b
CT5(16)THAI-3421	20,83a	13,50a	2,37b	2,48a	24,79b	32,19a	29,42a
CT5(17)THAI-5314	14,75c	11,50a	2,32c	2,28a	16,08b	26,81a	27,43a
CT5(18)THAI-5334	18,75a	15,50a	2,20c	2,37a	19,00b	36,34a	31,82a
CT5(19)THAI-5615	16,50b	12,00a	1,84d	2,28a	20,75b	30,13a	29,69a
CT5(20)THAI-2445	21,33a	17,75a	1,68e	2,36a	32,00a	45,76a	42,60a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji rata-rata bergerombol Scott-Knott 5%.

Tabel 8 Penampilan Karakter Biji

Nama Galur	Jumlah total biji (biji/tanaman)	Berat total biji (g)	Berat 100 biji (g)	Panjang biji (cm)	Lebar biji (cm)	Tebal biji (cm)
CT5(01)C856-4242	57,00b	15,75c	2,90e	1,27b	0,83c	0,57f
CT5(02)C856-2315	58,00b	13,51c	3,35c	1,31b	0,86b	0,62c
CT5(03)C856-1635	74,50a	13,68c	3,11d	1,17b	0,83c	0,61d
CT5(04)C856-3462	70,50a	17,02c	2,82e	1,29b	0,79d	0,58f
CT5(05)C856-343	57,00b	11,60c	2,82e	1,23b	0,81c	0,55g
CT5(06)C856-5145	97,50a	12,97c	2,63f	1,23b	0,77d	0,55g
CT5(07)C864-1215	85,21a	28,71a	3,56b	1,30b	0,81c	0,60e
CT5(08)C864-1433	76,79a	21,51b	3,44c	1,34b	0,77d	0,58f
CT5(09)C864-4524	66,13b	18,23c	2,77e	1,23b	0,79d	0,57f
CT5(10)C864-2564	76,83a	19,55b	3,80a	1,39a	0,87b	0,62c
CT5(11)C864-1512	79,71a	21,23b	3,56b	1,37a	0,88a	0,63b
CT5(12)C864-3532	78,00a	23,56b	2,80e	1,30b	0,85b	0,62c
CT5(13)C864-1233	73,00a	20,33b	3,13d	1,39a	0,87b	0,61d
CT5(14)1012-1551	72,83a	13,94c	2,88e	1,27b	0,81c	0,60e
CT5(15)TD-2412	50,33b	8,43c	2,58f	1,17b	0,81c	0,60e
CT5(16)THAI-3421	79,00a	17,31c	3,57b	1,52a	0,89a	0,65a
CT5(17)THAI-5314	46,50b	16,43c	3,55b	1,54a	0,89a	0,63b
CT5(18)THAI-5334	56,50b	18,38c	3,37c	1,48a	0,87b	0,60e
CT5(19)THAI-5615	55,75b	16,71c	3,54b	1,49a	0,90a	0,65a
CT5(20)THAI-2445	71,75a	27,93a	3,74a	1,45a	0,90a	0,64a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji rata-rata bergerombol Scott-Knott 5%.

Pada karakter panjang tandan terbagi menjadi 3 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 18,75 cm sampai dengan 23,50 cm, terdiri dari galur CT5(18)THAI-5334, CT5(10)C864-2564, CT5(16)THAI-3421, CT5(06)C856-5145, CT5(08)C864-1433, CT5(20)THAI-2445, CT5(14)1012-1551. Kelompok kedua dengan rentang nilai 16,00 cm sampai dengan 18,00 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(15)TD-2412, CT5(07)C864-1215, CT5(02)C856-2315, CT5(05)C856-343, CT5(09)C864-4524, CT5(19)THAI-5615, CT5(01)C856-4242. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 12,25 cm sampai dengan 14,75 cm, terdiri dari galur CT5(04)C856-3462, CT5(17)THAI-5314, CT5(13)C864-1233, CT5(12)C864-3532, dan CT5(03)C856-1635.

Pada karakter jumlah ruas terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 13,75 cm sampai dengan 15,50 cm, terdiri dari galur CT5(19)THAI-5615, CT5(17)THAI-5314, CT5(20)THAI-2445, CT5(11)C864-1512, CT5(04)C856-3462, CT5(09)C864-4524, CT5(01)C856-4242, CT5(05)C856-343, CT5(08)C864-1433, dan CT5(02)C856-2315. Kelompok kedua dengan rentang nilai 10,75 cm sampai dengan 13,25 cm, terdiri dari galur CT5(10)C864-2564, CT5(18)THAI-5334, CT5(03)C856-1635, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(15)TD-2412, CT5(13)C864-1233, CT5(07)C864-1215, CT5(06)C856-5145, dan CT5(14)1012-1551.

Pada karakter diameter ruas terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 1,34 cm sampai dengan 1,67 cm, terdiri dari galur CT5(19)THAI-5615, CT5(07)C864-1215, CT5(17)THAI-5314, CT5(20)THAI-2445, CT5(18)THAI-5334, CT5(16)THAI-3421, dan CT5(13)C864-1233. Kelompok kedua dengan rentang nilai 0,94 cm sampai dengan 1,29 cm, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(11)C864-1512, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(05)C856-343, CT5(14)1012-1551, CT5(02)C856-2315, CT5(08)C864-1433, CT5(06)C856-5145, CT5(03)C856-1635, CT5(09)C864-4524, CT5(01)C856-4242, dan CT5(04)C856-3462.

Pada karakter panjang tangkai daun terbagi menjadi 5 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan nilai 27,75 cm yaitu CT5(07)C864-1215. Kelompok kedua dengan rentang nilai 22,33 cm sampai dengan 25,25 cm, terdiri dari galur CT5(19)THAI-5615, CT5(12)C864-3532, CT5(11)C864-1512, CT5(13)C864-

1233, CT5(18)THAI-5334, CT5(16)THAI-3421, CT5(08)C864-1433, dan CT5(20)THAI-2445. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 22,33 cm sampai dengan 25,25 cm, terdiri dari galur CT5(05)C856-343, CT5(17)THAI-5314, CT5(10)C864-2564, CT5(03)C856-1635, CT5(02)C856-2315, dan CT5(09)C864-4524. Kelompok Keempat dengan rentang nilai 18,50 cm sampai dengan 19,38 cm, terdiri dari galur CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(04)C856-3462, dan CT5(06)C856-5145. Kelompok kelima dengan nilai 16,58 cm, terdiri dari galur CT5(14)1012-1551.

Pada karakter diameter tangkai daun terdiri dari 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 0,9 cm sampai dengan 1,08 cm, terdiri dari galur CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-2315, CT5(14)1012-1551, CT5(05)C856-343, CT5(13)C864-1233, dan CT5(09)C864-4524. Kelompok kedua dengan rentang nilai 0,75 cm sampai dengan 0,86 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(07)C864-1215, CT5(03)C856-1635, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(17)THAI-5314, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, dan CT5(06)C856-5145.

Pada karakter panjang helai daun terdiri dari 1 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 16,88 cm sampai dengan 25,13 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(07)C864-1215, CT5(03)C856-1635, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(17)THAI-5314, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, CT5(06)C856-5145, CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-2315, CT5(14)1012-1551, CT5(05)C856-343, CT5(13)C864-1233, CT5(09)C864-4524, dan CT5(20)THAI-2445.

Pada karakter lebar helai daun terdiri dari 1 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 0,77 cm sampai dengan 0,9 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(07)C864-1215, CT5(03)C856-1635, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(17)THAI-5314, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, CT5(06)C856-5145, CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-

2315, CT5(14)1012-1551, CT5(05)C856-343, CT5(13)C864-1233, CT5(09)C864-4524, dan CT5(20)THAI-2445.

Pada karakter jumlah jari-jari daun (Tabel 6) terdiri dari 1 kelompok, dengan rentang nilai 8,46 sampai dengan 10,17 yang terdiri dari keseluruhan galur. Pada karakter panjang bunga terdiri dari 1 kelompok, dengan rentang nilai 11 sampai dengan 21,25. Pada Karakter panjang tangkai buah (Tabel 7) terdiri menjadi 5 kelompok. Kelompok pertama dengan nilai 3,05 cm yaitu galur CT5(02)C856-2315. Kelompok kedua dengan rentang nilai 2,37 cm sampai dengan 2,55 cm, terdiri dari galur CT5(06)C856-5145, CT5(07)C864-1215, CT5(08)C864-1433, CT5(11)C864-1512, CT5(14)1012-1551, CT5(01)C856-4242, dan CT5(16)THAI-3421. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 2,15 cm sampai dengan 2,33 cm, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(17)THAI-5314, CT5(13)C864-1233, CT5(10)C864-2564, CT5(04)C856-3462, CT5(03)C856-1635, CT5(18)THAI-5334, dan CT5(05)C856-343. Kelompok keempat dengan rentang nilai 1,84 cm sampai dengan 2 cm, terdiri dari galur CT5(09)C864-4524, CT5(15)TD-2412, dan CT5(19)THAI-5615. Kelompok kelima dengan nilai 1,68 cm yaitu galur CT5(20)THAI-2445.

Pada karakter panjang kapsul (Tabel 7) terbagi menjadi 1 kelompok, dengan rentang 1,9 cm sampai dengan 2,48 cm yang terdiri dari keseluruhan galur. Pada karakter jumlah buah terbagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 26,88 cm sampai dengan 33,13 cm, terdiri dari galur CT5(06)C856-5145, CT5(03)C856-1635, CT5(11)C864-1512, CT5(13)C864-1233, CT5(08)C864-1433, CT5(20)THAI-2445, CT5(14)1012-1551, dan CT5(07)C864-1215. Kelompok kedua dengan rentang nilai 16,08 cm sampai dengan 24,79 cm, terdiri dari galur CT5(16)THAI-3421, CT5(04)C856-3462, CT5(09)C864-4524, CT5(12)C864-3532, CT5(10)C864-2564, CT5(05)C856-343, CT5(01)C856-4242, CT5(19)THAI-5615, CT5(02)C856-2315, CT5(18)THAI-5334, CT5(15)TD-2412, dan CT5(17)THAI-5314.

Pada karakter berat buah (Tabel 7) terdiri dari 2 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 27,43 g sampai dengan 42,60 g, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(19)THAI-5615, CT5(16)THAI-3421, CT5(17)THAI-5314, CT5(10)C864-2564, CT5(18)THAI-5334, CT5(13)C864-1233,

CT5(08)C864-1433, CT5(06)C856-5145, CT5(07)C864-1215, dan CT5(20)THAI-2445. Kelompok kedua dengan rentang nilai 10,91 g sampai dengan 26,35 g, terdiri dari galur CT5(04)C856-3462, CT5(03)C856-1635, CT5(09)C864-4524, CT5(12)C864-3532, CT5(02)C856-2315, CT5(14)1012-1551, CT5(01)C856-4242, CT5(05)C856-343, dan CT5(15)TD-2412.

Pada karakter jumlah total biji (Tabel 8) terbagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 70,50 sampai dengan 97,50, terdiri dari galur CT5(03)C856-1635, CT5(13)C864-1233, CT5(14)1012-1551, CT5(20)THAI-2445, CT5(08)C864-1433, CT5(10)C864-2564, CT5(12)C864-3532, CT5(16)THAI-3421, CT5(11)C864-1512, CT5(07)C864-1215, CT5(06)C856-5145, dan CT5(04)C856-3462. Kelompok kedua dengan rentang nilai 46,5 sampai dengan 66,13, terdiri dari galur CT5(09)C864-4524, CT5(02)C856-2315, CT5(01)C856-4242, CT5(05)C856-343, CT5(18)THAI-5334, CT5(19)THAI-5615, CT5(15)TD-2412, dan CT5(17)THAI-5314.

Pada karakter berat total biji (Tabel 8) terdiri dari 3 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang 27,93 g sampai dengan 28,71 g, terdiri dari galur CT5(07)C864-1215 dan CT5(20)THAI-2445. Kelompok kedua dengan rentang 19,55 g sampai dengan 23,56 g, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(11)C864-1512, CT5(13)C864-1233, dan CT5(10)C864-2564. Kelompok kedua dengan rentang nilai 19,55 g sampai dengan 23,56 g, terdiri dari galur CT5(18)THAI-5334, CT5(09)C864-4524, CT5(16)THAI-3421, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, CT5(17)THAI-5314, CT5(01)C856-4242, CT5(14)1012-1551, CT5(03)C856-1635, CT5(02)C856-2315, CT5(06)C856-5145, CT5(05)C856-343, dan CT5(15)TD-2412.

Pada karakter berat 100 biji (Tabel 8) terbagi menjadi 6 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 3,74 g sampai dengan 3,80 g, terdiri dari galur CT5(20)THAI-2445 dan CT5(10)C864-2564. Kelompok kedua dengan rentang nilai 3,54 g sampai dengan 3,57 g, terdiri dari galur CT5(16)THAI-3421, CT5(07)C864-1215, CT5(11)C864-1512, CT5(17)THAI-5314, dan CT5(19)THAI-5615. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 3,35 g sampai dengan 3,44 g, terdiri dari galur CT5(08)C864-1433, CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-2315. Kelompok keempat dengan rentang nilai 3,11 g dan 3,13 g, terdiri dari galur

CT5(13)C864-1233 dan CT5(03)C856-1635. Kelompok kelima dengan rentang nilai 2,77 g sampai dengan 2,9 g, terdiri dari galur CT5(01)C856-4242, CT5(14)1012-1551, CT5(04)C856-3462, CT5(05)C856-343, CT5(12)C864-3532, dan CT5(09)C864-4524. Kelompok kelima dengan rentang nilai 2,58 g dan 2,63 g, terdiri dari galur CT5(06)C856-5145 dan CT5(15)TD-2412.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Keragaman Genetik

Berdasarkan analisis varians didapatkan variasi yang sangat nyata diantara galur untuk beberapa karakter. Keragaman dari suatu karakter didapatkan dari analisis varian. Hasil analisis varian yang berbeda nyata menunjukkan adanya keragaman. Jika terdapat keragaman, maka dapat dipisahkan kedalam keragaman genetik dan fenotip. Jika analisis varian tidak berbeda nyata menunjukkan tidak ada perbedaan maka tidak terdapat keragaman.

Hasil dari perhitungan diperoleh nilai varian genetik terdapat nilai negatif. Nilai varian negatif didapatkan karena hasil dari analisis varians yang tidak berbeda nyata. Nilai kuadrat tengah galat lebih besar dibandingkan nilai kuadrat tengah perlakuan. Rumus dari varians yaitu $\sigma^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}$. Hasil dari perhitungan yang dikuadratkan tidak mungkin didapatkan hasil yang bernilai negatif. Karena rumus dari varians genetik dan varians fenotip yang memiliki rumus penjumlahan dan pengurangan, maka didapatkanlah hasil yang bernilai negatif. Jadi sesuai dengan rumus varians hasil yang bernilai negatif dapat dianggap bernilai nol. Analisis varian yang tidak berbeda nyata menunjukkan adanya penerimaan hipotesis. H_0 yang diterima artinya nilai varian nol yang berarti keragamannya sama dengan nol.

Hasil perhitungan nilai KVG didapatkan nilai yang bervariasi (Tabel 4), mulai dari tinggi hingga rendah. Karakter yang memiliki nilai KVG tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji. Serupa dengan penelitian (Oleiwi *et al.*, 2016) nilai KVG tinggi didapatkan pada tinggi tanaman, panjang tandan primer, dan berat buah. Karakter yang memiliki nilai KVG sedang yaitu jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji,

panjang biji, lebar biji. Hasil yang serupa pada penelitian Rukhsar *et al.* (2018) didapatkan nilai KVG dan KVF yang berkriteria sedang hingga tinggi pada bobot 100 biji, biji pertanaman, dan jumlah kapsul pada tandan utama.

Nilai KVG sedang hingga tinggi menunjukkan tingkat keragaman genetik yang luas. Keragaman genetik yang luas membuat ruang lingkup untuk seleksi lebih besar, karena karakter yang memiliki nilai KVG sedang hingga tinggi memiliki karakter yang kurang dipengaruhi lingkungan (Begum, 2008). Keragaman genetik yang luas yaitu pada karakter tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji. Keragaman mengacu pada adanya perbedaan antar individu dalam populasi tanaman. Faktor yang mempengaruhi luas dan sempit nilai keragaman dipengaruhi oleh pengaruh genetik atau pengaruh lingkungan. Keragaman genetik yang luas dalam plasma nutfah membantu pemulia tanaman untuk membuat pilihan yang tepat, untuk memilih tetua dalam program pemuliaan tanaman (Acquaah, 2012).

Karakter yang memiliki nilai KVF tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang bunga, jumlah buah, berat tandan, berat buah, jumlah total biji, dan berat total biji. Karakter yang menunjukkan nilai KVF sedang yaitu diameter batang atas, panjang tandan, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, panjang tangkai buah, dan berat 100 biji. Serupa dengan hasil penelitian Golakia *et al.* (2007) didapatkan KVF yang sedang hingga tinggi pada karakter tinggi tanaman, panjang tandan, jumlah total biji, dan berat 100 biji.

Pada hasil penelitian keragaman pada jarak kepyar generasi 4 didapatkan hasil yang hampir serupa dengan generasi 5. Penelitian generasi 4 jarak kepyar menggunakan pendugaan nilai keragaman genetik metode Anderson dan Brancroft. Keragaman genetik luas didapatkan pada karakter tinggi tanaman, lebar daun, panjang tangkai daun, jumlah buah tandan utama, jumlah biji tandan utama, bobot kering biji per tanaman, lebar biji, dan tebal biji. Hasil yang didapatkan hampir sama dengan penelitian jarak kepyar generasi ke 5 (Prihardian, 2018).

Nilai KVG dan KVF yang didapatkan dari hasil analisis menunjukkan nilai KVF yang relatif sama dengan KVG, adapun beberapa karakter yang memiliki perbedaan nilai cukup jauh. Hasil KVG dan KVF yang memiliki nilai yang relatif sama menunjukkan bahwa ekspresi karakter kurang dipengaruhi oleh lingkungan dan lebih dipengaruhi faktor genetik. Jika nilai KVG dan KVF memiliki perbedaan nilai yang relatif lebih luas menunjukkan bahwa karakter lebih dipengaruhi oleh lingkungan (Golakia *et al.*, 2007).

4.2.2 Heritabilitas

Hasil analisis varians dari keseluruhan karakter yang tidak berbeda nyata, hanya diameter batang atas dan berat tandan. Hasil analisis yang tidak berbeda nyata pada suatu karakter secara statistik menunjukkan tidak ada keragaman pada karakter. Karakter yang memiliki keragaman rendah kurang efektif untuk dilakukan seleksi. Karakter yang memiliki nilai KVG dan KVF yang tinggi dan relatif sama menunjukkan pengaruh lingkungan dapat dikontrol dengan baik, dan ekspresi karakter kurang dipengaruhi oleh lingkungan dan lebih dipengaruhi faktor genetik. Karakter yang lebih dipengaruhi faktor genetik efektif untuk dilakukan seleksi.

Karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi (Tabel 5) yaitu panjang batang utama panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, jumlah buah berat buah, jumlah total biji berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, dan jumlah jari-jari daun. Karakter yang memiliki nilai sedang yaitu panjang helai daun. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa karakter ini diatur oleh faktor genetik dan seleksi pada karakter karakter tersebut akan efektif untuk seleksi (Dapke *et al.*, 2016).

Pada hasil penelitian heritabilitas pada jarak kepyar generasi 4 didapatkan hasil yang hampir serupa dengan generasi 5. Pada jarak kepyar generasi 4 dengan metode pendugaan heritabilitas yang sama, terdapat heritabilitas sedang yaitu pada karakter lebar daun, panjang tangkai daun, waktu berbunga, panjang kapsul, panjang tangkai buah, jumlah tandan per tanaman, bobot kering biji tandan utama, panjang biji, lebar biji, dan hasil per plot. Sedangkan karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi yaitu tinggi tanaman, jumlah buah tandan utama, jumlah biji

tandan utama, bobot kering biji per tanaman, dan umur panen (Prihardian, 2018). Cukup berbeda dengan hasil penelitian jarak kepyar generasi 5, yaitu hampir pada semua karakter pada generasi 5 memiliki heritabilitas yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya nilai heritabilitas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi (Acquaah, 2012).

Hasil dari analisis terdapat nilai keragaman genetik yang luas dan sempit. Nilai keragaman genetik luas adalah yang memiliki nilai KVG yang berkriteria sedang hingga tinggi (Begum, 2008). Terdapat karakter yang memiliki nilai keragaman genetik yang luas dan heritabilitas yang tinggi. Karakter yang memiliki nilai keragaman genetik yang luas dan heritabilitas yang tinggi cukup efektif untuk seleksi. Keragaman genetik yang luas membuat ruang lingkup seleksi semakin besar dan heritabilitas yang tinggi pada suatu karakter memiliki kemampuan untuk mewariskan suatu karakter yang diinginkan dengan kemungkinan yang lebih tinggi (Begum, 2008). Pada karakter yang memiliki heritabilitas tinggi menunjukkan pengaruh genetik lebih dominan dibandingkan dengan pengaruh lingkungan sehingga faktor genetik lebih berpengaruh dalam penampilan suatu karakter (Ruchjaningsih, 2006).

4.3.4 Penampilan karakter hasil dan komponen hasil

Berdasarkan pengamatan tinggi tanaman, tanaman jarak kepyar memiliki variasi dalam tinggi tanaman. Pada tanaman jarak kepyar CT5 yang bertipe dwarf dari hasil penelitian memiliki rentang tinggi mulai dari 44 cm sampai dengan 85 cm. Jika tanaman jarak lebih tinggi dari 2m akan menyulitkan pada saat akan dipanen maka dari itu tipe pendek (dwarf) lebih efektif. Tanaman jarak kepyar yang terlalu tinggi juga rawan roboh karena terkena angin (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Masalah tinggi tanaman dapat diatasi dengan digunakannya tanaman jarak tipe dwarf (Oswalt *et al.*, 2014). Dari hasil penelitian tanaman jarak hasil penelitian memiliki tinggi 44 cm-85 cm, yang dapat digolongkan kedalam tipe dwarf.

Pada karakter jumlah buah terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 26,88 sampai dengan 33,13 dan Kelompok kedua dengan rentang nilai 16,08 sampai dengan 24,79. Tanaman jarak kepyar dalam 1 tandan dapat mencapai 15 sampai dengan 80 biji (Robin *et al.*, 2017). Pada karakter panjang dan lebar biji. Panjang biji memiliki 2 kelompok dengan rentang

nilai kelompok pertama 1,54 cm sampai dengan 1,37 cm dan rentang nilai kelompok kedua 1,17 cm sampai dengan 1,31 cm. Pada lebar biji terdapat 4 kelompok dengan rentang nilai 0,77 cm sampai dengan 0,9 cm. Ukuran biji sangat bervariasi mulai dari yang terkecil hingga terbesar. Ukuran benih terkecil yaitu 7,05 mm X 5,30 mm sedangkan yang terbesar berukuran 20,95 mm X 13,50 mm (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Karakter yang memiliki nilai KVG sedang hingga tinggi memiliki nilai keragaman genetik yang tinggi. Karakter-karakter yang memiliki keragaman genetik yang luas yaitu karakter tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji, diameter batang atas, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji, panjang biji, dan lebar biji.
2. Pendugaan nilai heritabilitas hasil dari analisis menunjukkan heritabilitas tinggi pada 20 karakter, Panjang helai daun karakter bernilai heritabilitas sedang dan diameter batang atas dan berat tandan karakter yang bernilai heritabilitas rendah. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi yaitu panjang batang utama, panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, jumlah buah berat buah, jumlah total biji berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, dan jumlah jari-jari daun. Seleksi akan efektif dilakukan pada karakter-karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada keragaman dan heritabilitas karakter jarak kepyar generasi selanjutnya agar diketahui apakah ada peningkatan keragaman dan heritabilitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. 2007. Principles of Plant Genetics and Breeding: Second Edition. Blackwell Publishing.
- Althaus, R. A., M.G. Canteri and E.A. Giglioti. 2000. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica, Parte 1, Ponta Grossa, p. 280 - 281.
- Amazon. 2017. Castor bean. <https://www.amazon.co.uk/Castor-Oil-Litre-Pure-Pressed/dp/B01MTKJFAF> (verified 22 November 2017).
- Auld, D.L., M.D. Zanolto, T. Mckeen, and J.B. Morris. 2009. Oil Crops. Handbook of Plant Breeding. In Oil Crops. Handbook of Plant Breeding.
- Avidov, A., and A. Lerner. 2010. Polyploid castor plants, compositions derived therefrom and uses of same. Available at <https://www.google.com/patents/US20100251397>.
- Begum, S. Z. 2008. Evaluation of genotypes for genetic divergence and fusarium wilt resistance in castor (*Ricinus communis* L.). Hyderabad: University Rajendranagar.
- Bhatt, D., and T.P. Reddy. 1981. Correlations and path analysis in castor (*Ricinus communis*). Canadian Journal of Genetics and Cytology 23(3): 525–531. Available at <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/g81-058#.VhZ9hStBljO>.
- Castor Forum. 2016. Developing the castor oil. Jamaica Promot. Corp.
- Chakrabarty S.K., C. Lavanya, and N. Mukta. 2003. Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor (*Ricinus communis* L.). Directorate of Oilseeds Research, India.
- Dapke, J. 2016. Genetic variability in castor (*Ricinus communis* L.). European Journal of Biotechnology and Bioscience. Online ISSN 4(4): 2321–9122.
- FAOSTAT. 2017. Data production castor bean. Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (verified 22 November 2017).
- Geneva. 2016. International Union for the Protection of New Varieties of Plants: Castor Bean. Agricultural Crops. Mexico.
- Golakia, P.R., R.H. Kavani, and B.A. Monpara. 2007. Genetic Variation and Trait Relationship in Castor. Natnl. J. Pl. Improv. 9(1): 60–62.
- Gui, M.M., K.T. Lee, and S. Bhatia. 2008. Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. Journal Energy 33(11): 1646–1653.
- Halilu, A. 2013. Genetic variability, genetic gain and relationships of yield and yield components in castor (*Ricinus communis* L.). Journal Biosciences 7(5): 33-40.

- Jena, J. and Gupta, A. K. 2012. *Ricinus communis* linn: A phytopharmacological review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 4(4), 25–29.
- Kadi, A. 2007. Manipulasi poliploid untuk memperoleh jenis baru yang unggul jenis baru yang unggul. Jurnal Oseana. 32(4): 1–11.
- Kallamadi, P.R., V.P.R.G.R. Nadigatla, and S. Mulpuri. 2015. Molecular diversity in castor (*Ricinus communis* L.). Industrial Crops and Products. 66: 271–281. Available at <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669014008401>.
- Kulkarni, L.G. and G. V. Ramanamurthy. 1977. Castor. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.
- Kumar, S., M. P., Chauhan, A., Tomar, and R. K. Kasana. 2018. Coefficient of variation (GCV & PCV), heritability and genetic advance analysis for yield contributing characters in rice (*Oryza Sativa* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(3), 2161–2164.
- USDA. 2017. Castor bean (*Ricinus communis* L.). Available at <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=rico3> (verified 22 November 2017).
- Nielsen, F., and J. De Jongh. 2011. Castor (*Ricinus communis*). FACT Foundation.
- Ogunniyi, D.S. 2006. Castor oil: A vital industrial raw material. Bioresource Technology 97(9): 1086–1091.
- Olewi, A.M., M.M. Elsayhookie, and L.I. Mohammed. 2016. Performance of castor bean selects in saline sodic soil. International Journal of Applied Agricultural Sciences 2(4): 64–68.
- Oswalt, J.S., J.M. Rieff, L.S. Severino, D.L. Auld, C.W. Bednarz, and G.L. Ritchie. 2014. Plant height and seed yield of castor (*Ricinus communis* L.) sprayed with growth retardants and harvest aid chemicals. Industrial Crops and Products. 61: 272–277. Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.006>.
- Patel, J.R. 2010. Genetic variability and correlation studies in castor (*Ricinus communis* L.). International Journal of Agricultural Sciences. 6(1): 2010.
- Patel, J.K., and P.C. Patel. 2014. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield components in castor (*Ricinus communis* L.) genotypes. International Journal Of Plant Sciences 9(2): 385–388.
- Paul, E., and E. Alpacas. 2008. Castor oil plant. Trade Journal. (57): 48–49. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-58149314047&partnerID=tZOtx3y1>.
- Prihardian, K.W. 2018. Keragaman genetik dan heritabilitas pada berbagai komponen hasil dan hasil tanaman jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) generasi ke-4 (CT4). Universitas Brawijaya.
- Robin, D. G. C., M. R. N., Smith, and D. L, Simpson . 2017. Castor bean production. Jamaica Castor Industry Association (JAMPRO Building).
- Ruchjaningsih. 2006. Efek mulsa terhadap penampilan fenotipik dan parameter

genetik pada 13 genotip kentang di lahan sawah dataran medium Jatinangor. Jurnal Hortikultura, 16(4), 290–298.

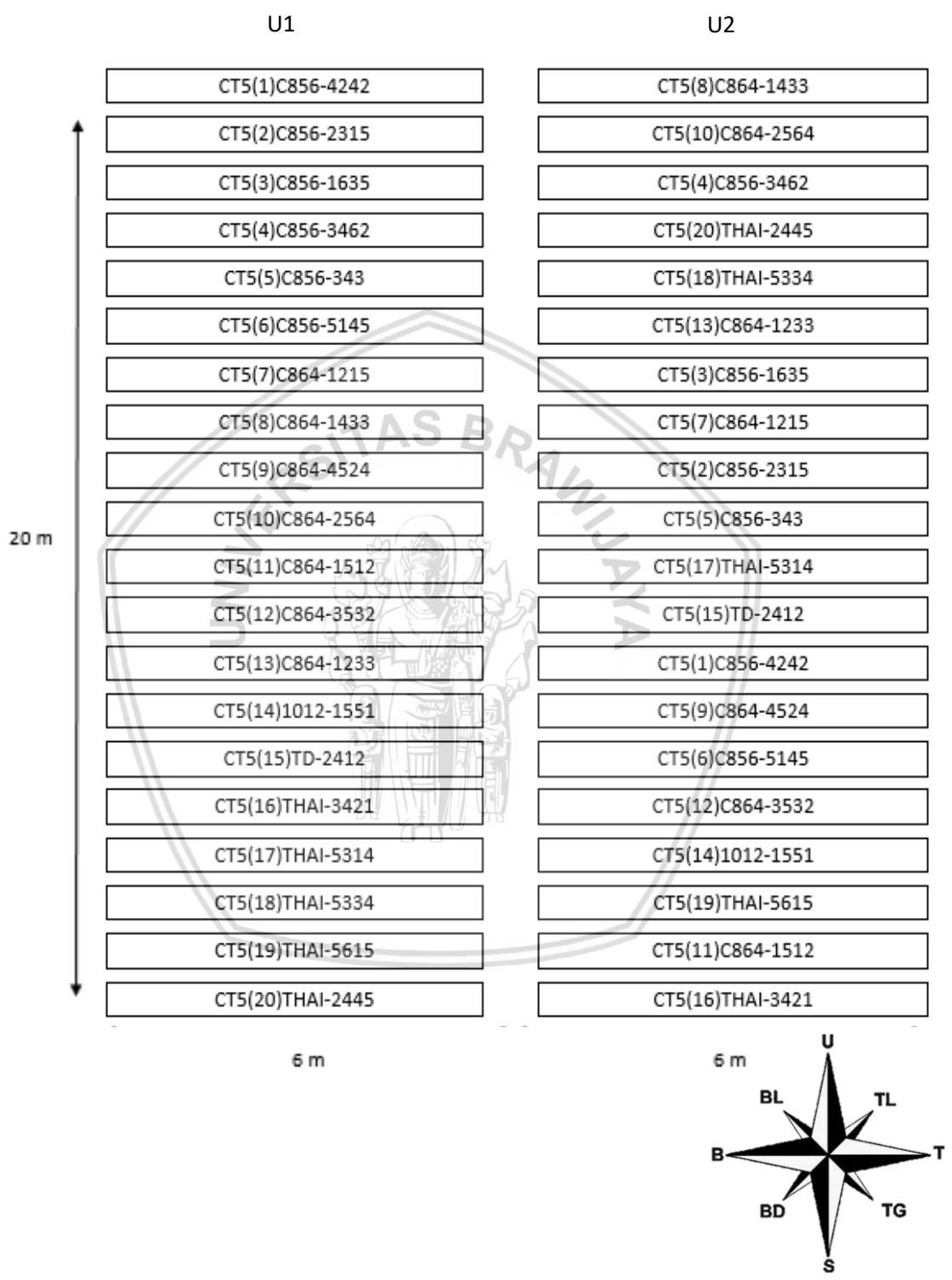
- Rukhsar, Patel, M. P., Parmar, D. J., and Kumar, S. 2018. Genetic variability, character association and genetic divergence studies in castor (*Ricinus communis* L.). Journal of Agrarian Science, 16(2), 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.02.004>
- Saadaoui, E., J.J. Martín-Gómez, N. Ghazel, K.B. Yahia, N. Tlili, and E. Cervantes. 2017. Genetic variation and seed yield in Tunisian castor bean (*Ricinus communis* L.). Journal of Botanical Sciences 95(2): 1–11.
- Salihu, B.Z., A.K. Gana, and B.O. Apuyor. 2014. Castor oil plant (*Ricinus communis* L.): botany, ecology and uses. International Journal of Science and Research 3(5): 1333–1341.
- Santoso, B.B., I.W. Sudika, I.K.D. Jaya, dan I.G.P.M. Aryana. 2014. Hasil biji dan kadar minyak jarak kepyar lokal Beaq Amor (*Ricinus communis* L.) pada berbagai umur pemangkasan batang utama. Jurnal Agronomi Indonesia. 42(3): 244–249.
- Sarwar, G. and M.B. Chaudhry. 2008. Short communication. Evaluation of castor (*Ricinus communis* L.) induced mutants for possible selection in the improvement of seed yield. Spanish Journal of Agricultural Research 6(4): 629–634.
- Sarwar, G., H.M.H. Ahmed, and J. Hussain. 2010. Evaluation of castorbean (*Ricinus communis* L.) mutants for genetic parameters and cluster analysis. Journal Agricultural Research 48(3): 289–302. Available at http://jar2013.jar.com.pk/upload/1363623124_82_34__289Paper-No.3.pdf.
- Scholz, V. and J.N. da Silva. 2008. Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. Journal Biomass and Bioenergy 32(2): 95–100.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudary, 1985. Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis. Kalyani Publishers. Indiana New Delhi. 304p.
- Stansfield, W.D. and S.L. Elrod. 2002. Theory And Problems Genetics 3th Edition. Schaum's outline. USA: Mc Grew-Hill Inc.
- Sudarmadji, R. Mardjono dan H. Sudarmo. 2007. Keragaman genetik, heritabilitas, dan korelasi genotipik sifat-sifat penting tanaman wijen. Jurnal Litri. 13 (3): 88-92.
- Sulistianingsih, R., Z.A., Suyanto dan N. E., Anggia. 2004. Peningkatan kualitas anggrek dendrobium hibrida dengan pemberian kolkhisin. Jurnal Ilmu Pertanian 11(1): 13–21. Available at http://agrisci.ugm.ac.id/vol11_1/no3_dendrobium.pdf.
- Widodo, W. 2007. Seri Budidaya Jarak Kepyar, Tanaman Penghasil Minyak Kastor Untuk Berbagai Industri. Yogyakarta: Kanisius.
- Wiendra, N. M. S. 2011. Pemberian kolkhisin dengan lama perendaman berbeda pada induksi poliploid tanaman pacar air (*Impatiens balsamina* L.). Jurnal Biologi, XV(1), 9–14.

World Weather Online. 2018. Kepuharjo monthly climate averages. Retrieved July 25, 2018, from <https://www.worldweatheronline.com/kepuharjo-weather-averages/east-java/id.aspx>

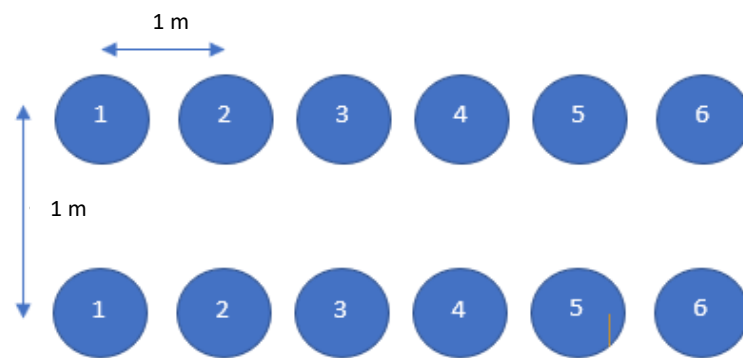


LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah



Lampiran 2 Denah per plot



Lampiran 3 Perhitungan dosis pupuk

- Luas lahan $20 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m}^2 = 240 \text{ m}^2$
- Jarak tanam $100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$
- Jumlah tanaman = 240 tanaman
- Rekomendasi pupuk Urea adalah 130 kg ha^{-1}

$$\begin{aligned}\text{Dosis pupuk} &= 130 \text{ kg ha}^{-1} = \frac{130000 \text{ g}}{10000 \text{ m}^2} \\ &= 13 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 1 tanaman} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Dosis pupuk per tanaman} = \frac{13 \text{ g/m}^2}{1 \text{ m}^2} = 13 \text{ g per tanaman}$$

- Rekomendasi pupuk SP36 adalah $37,5 \text{ kg ha}^{-1}$

$$\begin{aligned}\text{Dosis pupuk} &= 37,5 \text{ kg ha}^{-1} = \frac{37500 \text{ g}}{10000 \text{ m}^2} \\ &= 3,75 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 1 tanaman} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Dosis pupuk per tanaman} = \frac{3,75 \text{ g/m}^2}{1 \text{ m}^2} = 3,75 \text{ g per tanaman}$$

- Rekomendasi pupuk KCl adalah $66,7 \text{ kg ha}^{-1}$

$$\begin{aligned}\text{Dosis pupuk} &= 66,7 \text{ kg ha}^{-1} = \frac{66700 \text{ g}}{10000 \text{ m}^2} \\ &= 6,67 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 1 tanaman} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Dosis pupuk per tanaman} = \frac{6,67 \text{ g/m}^2}{1 \text{ m}^2} = 6,67 \text{ g per tanaman}$$

Lampiran 4 Analisis varian

Tinggi tanaman

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	590,34	590,34	6,34	4,38
Nama Galur	19	7074,56	372,35	4,00**	2,16
Galat	19	1768,34	93,07		
Total	39	9433,23	241,88		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 93,07$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{372,35 - 93,07}{2}$$

$$= 139,64$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 93,07 + 139,64$$

$$= 232,71$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{139,64}{139,64 + 93,07}$$

$$= 0,6$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{232,71}}{67,82} \times 100\%$$

$$= 22,49$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{139,64}}{67,82} \times 100\%$$

$$= 17,42$$

Diameter batang atas

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,23	0,23	9,97	4,38
Nama Galur	19	0,60	0,03	1,39	2,16
Galat	19	0,43	0,02		
Total	39	1,26	0,03		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,02$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,03 - 0,02}{2}$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,02 + 0$$

$$= 0,03$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0}{0+0,02}$$

$$= 0,16$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,03}}{1,19} \times 100\%$$

$$= 13,81$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,00}}{1,19} \times 100\%$$

$$= 5,6$$

Panjang batang utama

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	227,61	227,61	3,21	4,38
Nama Galur	19	6341,07	333,74	4,70**	2,16
Galat	19	1349,24	71,01		
Total	39	7917,92	203,02		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 71,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{333,74 - 71,01}{2}$$

$$= 131,36$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 71,01 + 131,36$$

$$= 202,38$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{131,36}{131,36 + 71,01}$$

$$= 0,65$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

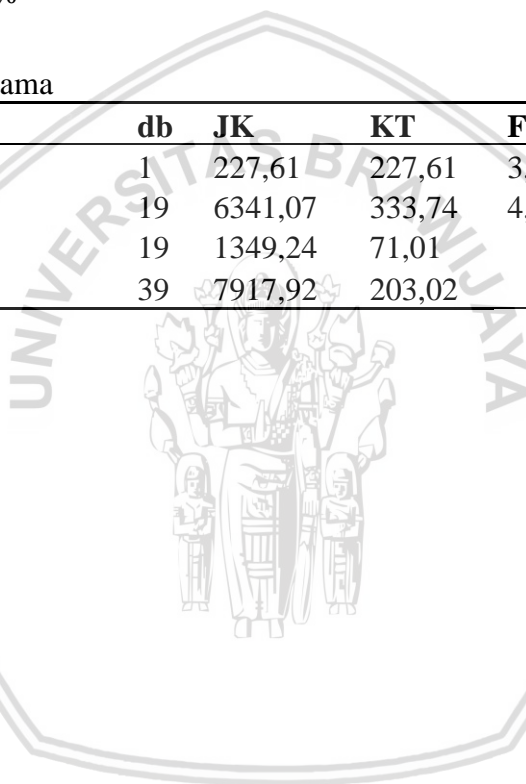
$$= \frac{\sqrt{202,38}}{49,71} \times 100\%$$

$$= 28,62$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{131,36}}{49,71} \times 100\%$$

$$= 23,05$$



Panjang tandan

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	16,58	16,58	6,23	4,38
Nama Galur	19	322,11	16,95	6,37**	2,16
Galat	19	50,57	2,66		
Total	39	389,26	9,98		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 2,66$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{16,95 - 2,66}{2}$$

$$= 7,15$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 2,66 + 7,15$$

$$= 9,81$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{7,15}{7,15 + 2,66}$$

$$= 0,73$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{9,81}}{17,68} \times 100\%$$

$$= 17,71$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{7,15}}{17,68} \times 100\%$$

$$= 15,12$$

Jumlah ruas

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,08	0,08	0,15	4,38
Nama Galur	19	47,56	2,50	4,82**	2,16
Galat	19	9,86	0,52		
Total	39	57,49	1,47		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,52$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{2,50 - 0,52}{2}$$

$$= 0,99$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,52 + 0,99$$

$$= 1,51$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,99}{0,99 + 0,52}$$

$$= 0,66$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{1,51}}{13,56} \times 100\%$$

$$= 9,06$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,99}}{13,56} \times 100\%$$

$$= 7,34$$

Diameter ruas

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,16	0,16	6,64	4,38
Nama Galur	19	1,60	0,08	3,54**	2,16
Galat	19	0,45	0,02		
Total	39	2,20	0,06		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,02$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - Kte}{r}$$

$$= \frac{0,08 - 0,02}{2}$$

$$= 0,03$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,02 + 0,03$$

$$= 0,05$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,03}{0,03 + 0,02}$$

$$= 0,56$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

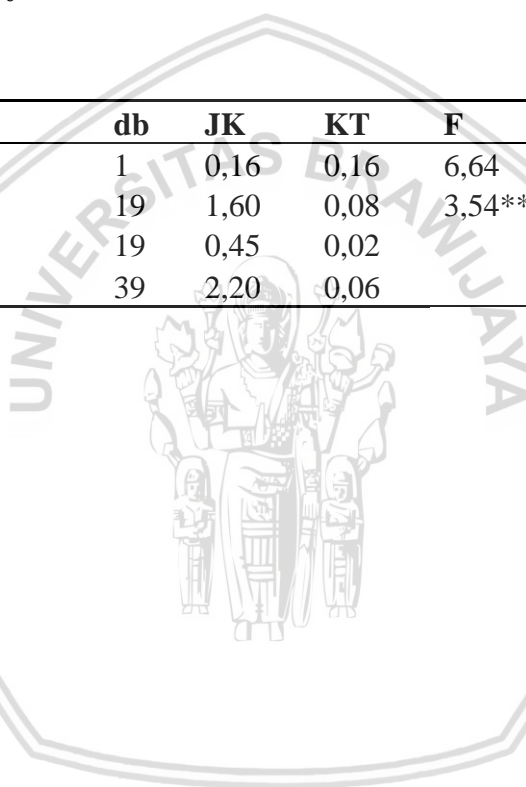
$$= \frac{\sqrt{0,05}}{1,25} \times 100\%$$

$$= 18,5$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,03}}{1,25} \times 100\%$$

$$= 13,84$$



Panjang tangkai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	1,88	1,88	2,72	4,38
Nama Galur	19	276,02	14,53	21,03**	2,16
Galat	19	13,12	0,69		
Total	39	291,02	7,46		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,69$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{14,53 - 0,69}{2}$$

$$= 6,92$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,69 + 6,92$$

$$= 7,61$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{6,92}{6,92 + 0,69}$$

$$= 0,91$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{7,61}}{21,86} \times 100\%$$

$$= 12,62$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{6,92}}{21,86} \times 100\%$$

$$= 12,03$$

Diameter tangkai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,05	0,05	9,14	4,38
Nama Galur	19	0,38	0,02	3,68**	2,16
Galat	19	0,10	0,01		
Total	39	0,53	0,01		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,02 - 0,01}{2}$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,01 + 0,01$$

$$= 0,01$$



$$\begin{aligned}
 H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\
 &= \frac{0,01}{0,01 + 0,01} \\
 &= 0,57 \\
 KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,01}}{0,86} \times 100\% \\
 &= 13,08 \\
 KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,01}}{0,86} \times 100\% \\
 &= 9,9
 \end{aligned}$$

Panjang helai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	52,71	52,71	11,38	4,38
Nama Galur	19	222,20	11,69	2,52*	2,16
Galat	19	88,02	4,63		
Total	39	362,94	9,31		

$$\begin{aligned}
 \sigma_e^2 &= KTe \\
 &= 4,63 \\
 \sigma_g^2 &= \frac{KTg - KTe}{r} \\
 &= \frac{11,69 - 4,63}{2} \\
 &= 3,53 \\
 \sigma_f^2 &= \sigma_e^2 + \sigma_g^2 \\
 &= 4,63 + 3,53 \\
 &= 8,16 \\
 H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\
 &= \frac{3,53}{3,53 + 4,63} \\
 &= 0,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{8,16}}{20,84} \times 100\% \\
 &= 13,71 \\
 KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{3,53}}{20,84} \times 100\% \\
 &= 9,02
 \end{aligned}$$

Lebar helai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	6,81	6,81	4,43	4,38
Nama Galur	19	330,21	17,38	11,32**	2,16
Galat	19	29,18	1,54		
Total	39	366,19	9,39		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 1,54$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{17,38 - 1,54}{2}$$

$$= 7,92$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 1,54 + 7,92$$

$$= 9,46$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{7,92}{7,92 + 1,54}$$

$$= 0,84$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{9,46}}{31,96} \times 100\%$$

$$= 9,62$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{7,92}}{31,96} \times 100\%$$

$$= 8,81$$

Jumlah jari-jari daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,83	0,83	7,63	4,38
Nama Galur	19	6,11	0,32	2,97*	2,16
Galat	19	2,06	0,11		
Total	39	8,99	0,23		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,11$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,32 - 0,11}{2}$$

$$= 0,11$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,11 + 0,11$$

$$= 0,21$$

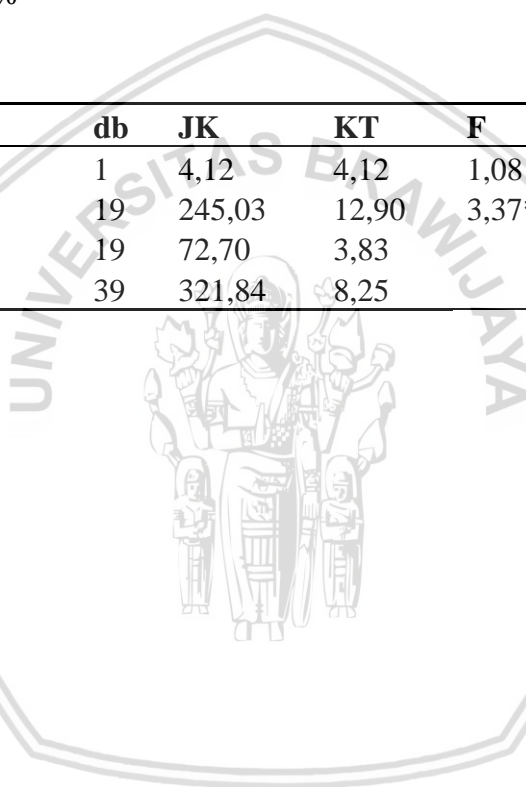


$$\begin{aligned}
 H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\
 &= \frac{0,11}{0,11 + 0,11} \\
 &= 0,5 \\
 KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,21}}{9,25} \times 100\% \\
 &= 5,01 \\
 KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,11}}{9,25} \times 100\% \\
 &= 3,53
 \end{aligned}$$

Panjang bunga

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	4,12	4,12	1,08	4,38
Nama Galur	19	245,03	12,90	3,37**	2,16
Galat	19	72,70	3,83		
Total	39	321,84	8,25		

$$\begin{aligned}
 \sigma_e^2 &= KTe \\
 &= 3,83 \\
 \sigma_g^2 &= \frac{KTg - KTe}{r} \\
 &= \frac{12,9 - 3,83}{2} \\
 &= 4,54 \\
 \sigma_f^2 &= \sigma_e^2 + \sigma_g^2 \\
 &= 3,83 + 4,54 \\
 &= 8,36 \\
 H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\
 &= \frac{4,54}{4,54 + 3,83} \\
 &= 0,54 \\
 KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{8,36}}{14,28} \times 100\% \\
 &= 20,25 \\
 KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{4,54}}{14,28} \times 100\% \\
 &= 14,91
 \end{aligned}$$



Panjang tangkai buah

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,04	0,04	4,55	4,38
Nama Galur	19	3,36	0,18	23,00**	2,16
Galat	19	0,15	0,01		
Total	39	3,54	0,09		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,18 - 0,01}{2}$$

$$= 0,08$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,01 + 0,08$$

$$= 0,09$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,08}{0,08 + 0,01}$$

$$= 0,92$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\frac{x}{2,28}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,09}}{2,28} \times 100\%$$

$$= 13,3$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\frac{x}{2,28}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,08}}{2,28} \times 100\%$$

$$= 12,73$$

Panjang kapsul

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,01	0,01	0,64	4,38
Nama Galur	19	0,75	0,04	3,40**	2,16
Galat	19	0,22	0,01		
Total	39	0,97	0,02		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,04 - 0,01}{2}$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,01 + 0,01$$

$$= 0,03$$



$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{0,01}{0,01 + 0,01} = 0,55$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,03}}{2,18} \times 100\% = 7,32$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,01}}{2,18} \times 100\% = 5,41$$

Jumlah buah

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,14	0,14	0,01	4,38
Nama Galur	19	870,98	45,84	3,02*	2,16
Galat	19	288,27	15,17		
Total	39	1159,39	29,73		

$$\sigma_e^2 = KTe = 15,17$$

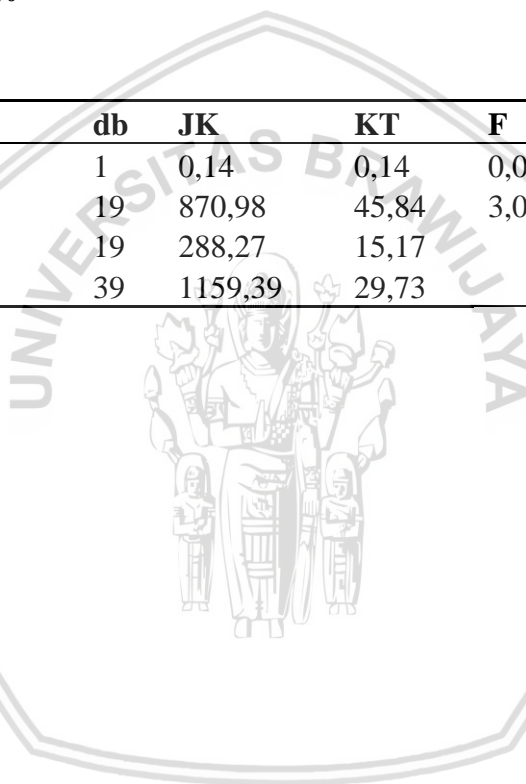
$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r} = \frac{45,84 - 15,17}{2} = 15,33$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2 = 15,17 + 15,33 = 30,51$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{15,33}{15,33 + 15,17} = 0,51$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{30,51}}{24,55} \times 100\% = 22,5$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{15,33}}{24,55} \times 100\% = 15,95$$



Berat tandan

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	15,86	15,86	0,14	4,38
Nama Galur	19	2076,73	109,30	0,96	2,16
Galat	19	2160,71	113,72		
Total	39	4253,30	109,06		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 113,72$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{109,3 - 113,72}{2}$$

$$= -2,21$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 113,72 + (-2,21)$$

$$= 111,51$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{-2,21}{-2,21 + 113,72}$$

$$= -0,02$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{111,51}}{30,64} \times 100\%$$

$$= 34,46$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{-2,21}}{30,64} \times 100\%$$

$$= 4,85$$

Berat buah

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	19,69	19,69	1,03	4,38
Nama Galur	19	2199,99	115,79	6,04**	2,16
Galat	19	364,33	19,18		
Total	39	2584,02	66,26		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 19,18$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{115,79 - 19,18}{2}$$

$$= 48,31$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 19,18 + 48,31$$

$$= 67,48$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{48,31}{48,31 + 19,18}$$

$$= 0,72$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{67,48}}{27,57} \times 100\%$$

$$= 29,79$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{48,31}}{27,57} \times 100\%$$

$$= 25,21$$

Jumlah total biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	115,03	115,03	1,89	4,38
Nama Galur	19	6333,66	333,35	5,48**	2,16
Galat	19	1155,87	60,84		
Total	39	7604,56	194,99		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 60,84$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{333,35 - 60,84}{2}$$

$$= 136,26$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 60,84 + 136,26$$

$$= 197,09$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{136,26}{136,26 + 60,84}$$

$$= 0,69$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

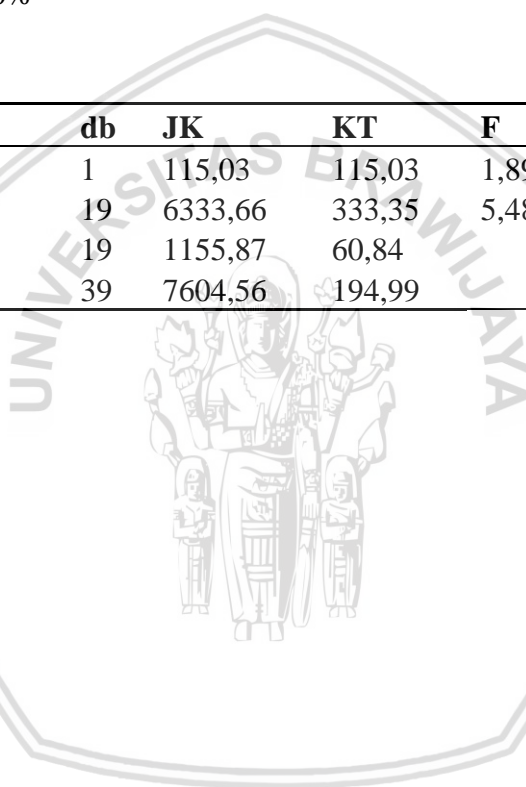
$$= \frac{\sqrt{197,09}}{69,14} \times 100\%$$

$$= 20,3$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{136,26}}{69,14} \times 100\%$$

$$= 16,88$$



Berat total biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	11,57	11,57	1,56	4,38
Nama Galur	19	997,01	52,47	7,08**	2,16
Galat	19	140,88	7,41		
Total	39	1149,46	29,47		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 7,41$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{52,47 - 7,41}{19}$$

$$= 2,253$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 7,41 + 2,253$$

$$= 29,94$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{2,253}{2,253 + 7,41}$$

$$= 0,23$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{29,94}}{17,84} \times 100\%$$

$$= 30,68$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{2,253}}{17,84} \times 100\%$$

$$= 26,61$$

Berat 100 biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,01	0,01	1,69	4,38
Nama Galur	19	5,89	0,31	73,69**	2,16
Galat	19	0,08	0,00		
Total	39	5,98	0,15		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,31 - 0}{19}$$

$$= 0,015$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0 + 0,015$$

$$= 0,016$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,15}{0,15+0}$$

$$= 0,97$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,16}}{3,19} \times 100\%$$

$$= 12,41$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,15}}{3,19} \times 100\%$$

$$= 12,24$$

Panjang biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,00	0,00	0,97	4,38
Nama Galur	19	0,49	0,03	5,97**	2,16
Galat	19	0,08	0,00		
Total	39	0,58	0,01		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,03 - 0}{2}$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0 + 0,01$$

$$= 0,02$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,01}{0,01+0}$$

$$= 0,71$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

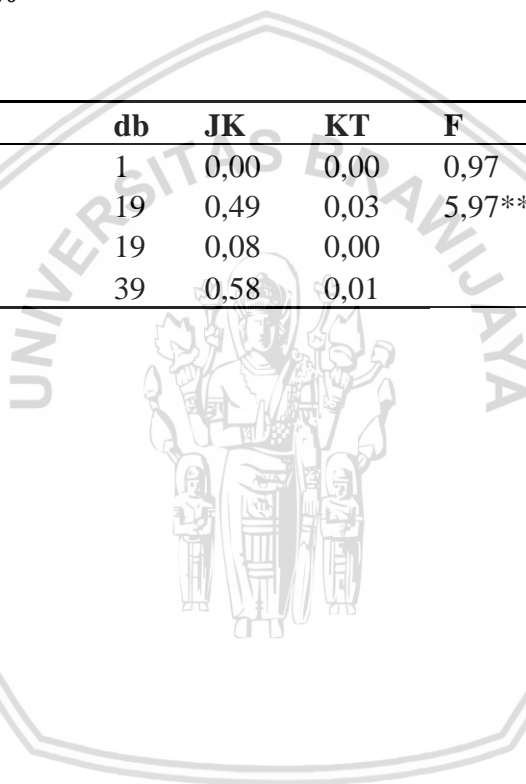
$$= \frac{\sqrt{0,02}}{1,34} \times 100\%$$

$$= 9,22$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,01}}{1,34} \times 100\%$$

$$= 7,78$$



Lebar biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,00	0,00	3,67	4,38
Nama Galur	19	0,07	0,00	24,57**	2,16
Galat	19	0,00	0,00		
Total	39	0,08	0,00		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - Kte}{r}$$

$$= \frac{0,00 - 0,00}{2}$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,00 + 0,00$$

$$= 0,00$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,00}{0,00 + 0,00}$$

$$= 0,92$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,00}}{0,84} \times 100\%$$

$$= 5,32$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,00}}{0,84} \times 100\%$$

$$= 5,11$$

Tebal biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,00	0,00	0,36	4,38
Nama Galur	19	0,03	0,00	63,08**	2,16
Galat	19	0,00	0,00		
Total	39	0,03	0,00		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - Kte}{r}$$

$$= \frac{0,00 - 0,00}{2}$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,00 + 0,00$$

$$= 0,00$$

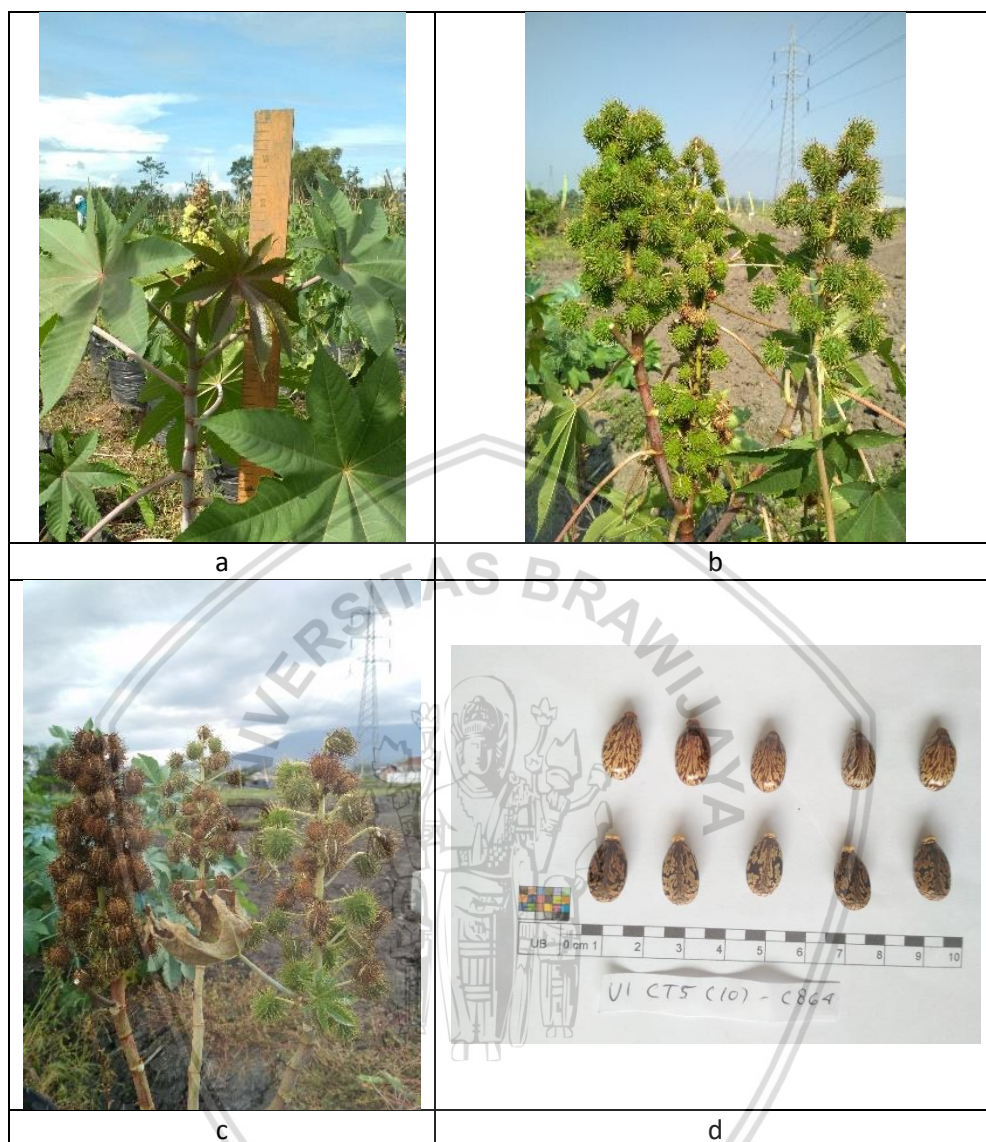
$$\begin{aligned} H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\ &= \frac{0,00}{0,00 + 0,00} \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,00}}{0,6} \times 100\% \\ &= 4,97 \end{aligned}$$

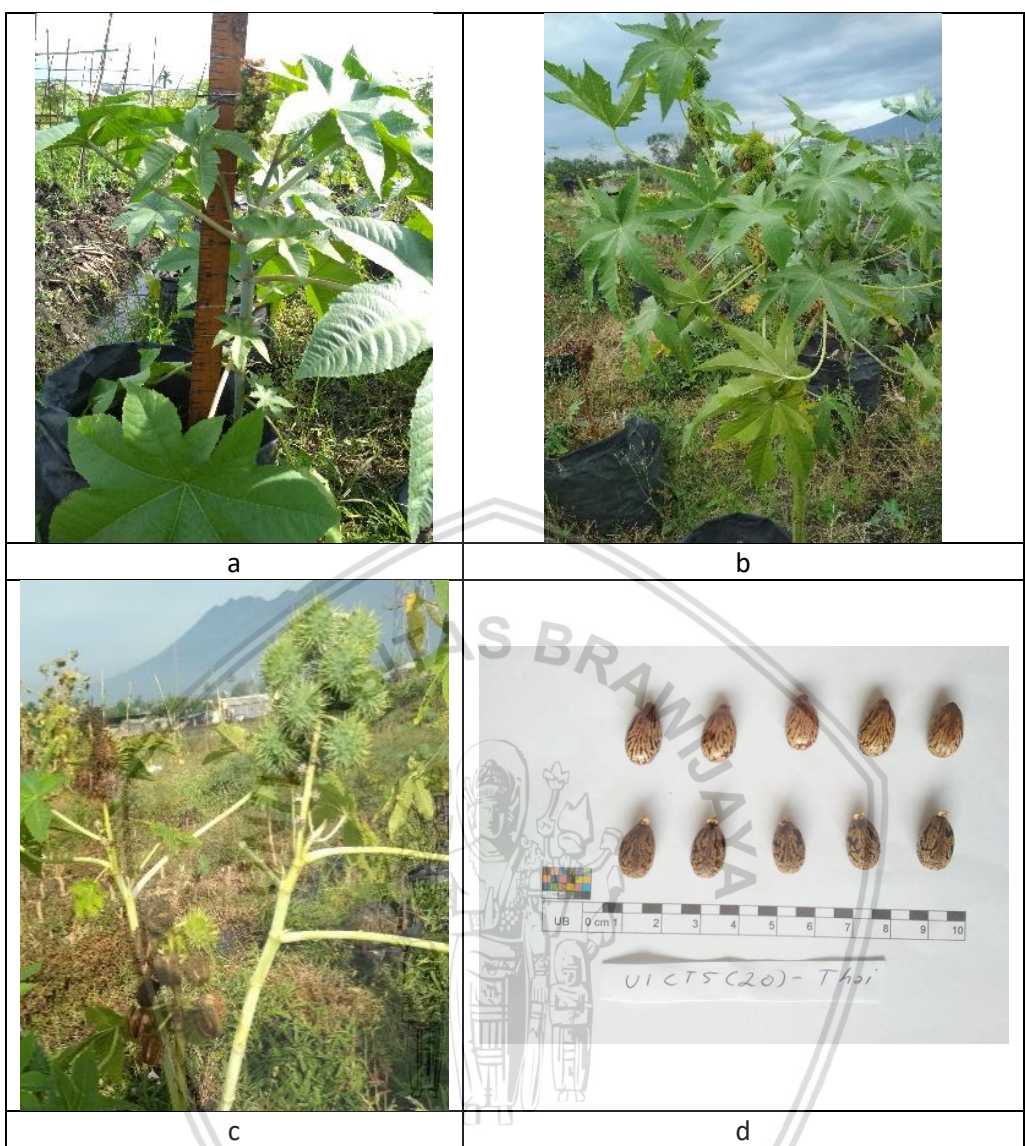
$$\begin{aligned} KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,00}}{0,60} \times 100\% \\ &= 4,89 \end{aligned}$$



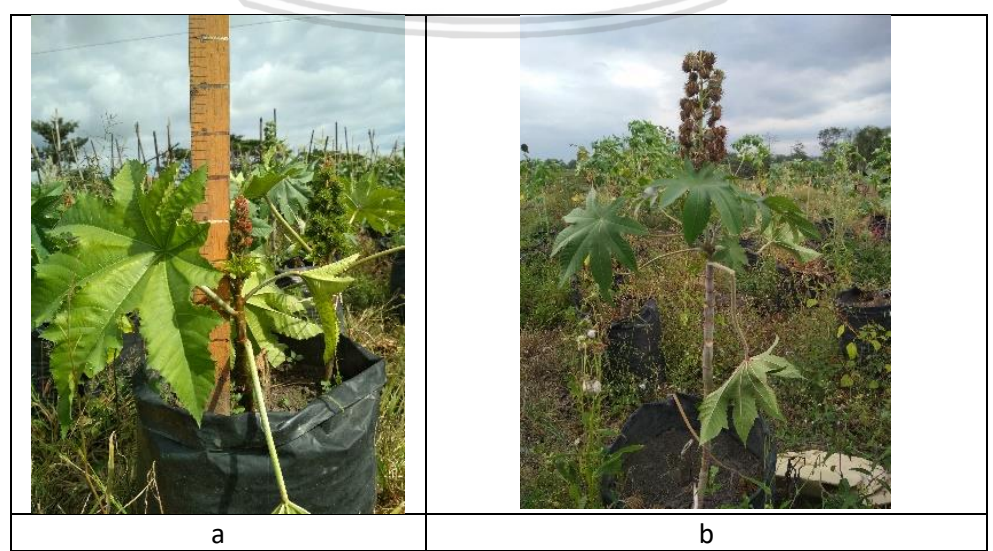
Lampiran 5 Dokumentasi

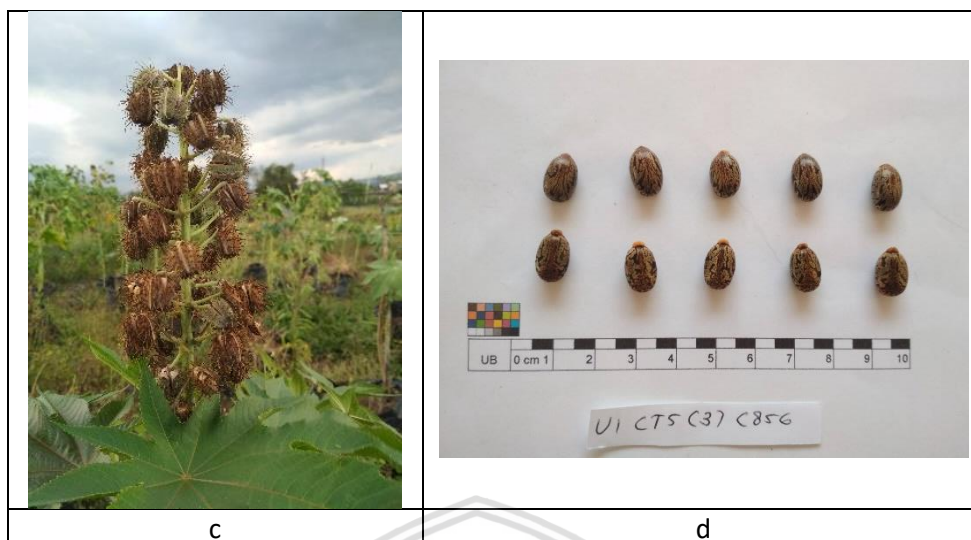


Gambar 1 Penampilan genotip C864 : a. Tanaman Jarak C864, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji



Gambar 2 Penampilan galur Thailand : a. Tanaman Jarak Thailand, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji





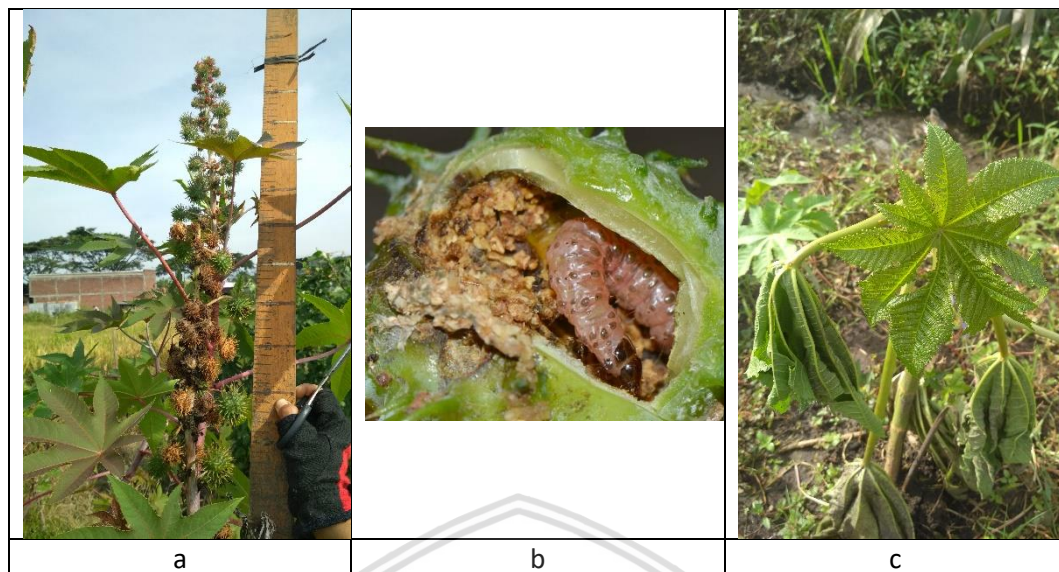
Gambar 3 Penampilan galur C856 : a. Tanaman Jarak C856, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji



Gambar 4 Penampilan galur 1012 : a. Tanaman Jarak 1012, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji



Gambar 5 Penampilan galur Thailand Dwarf : a. Tanaman Jarak Thailand Dwarf, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji

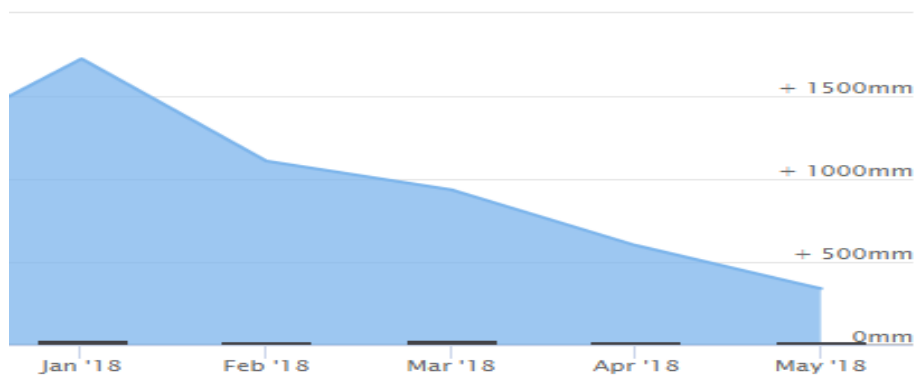


Gambar 6 Serangan OPT: a. Serangan jamur, b. Serangan penggerek buah, c. Penyakit layu

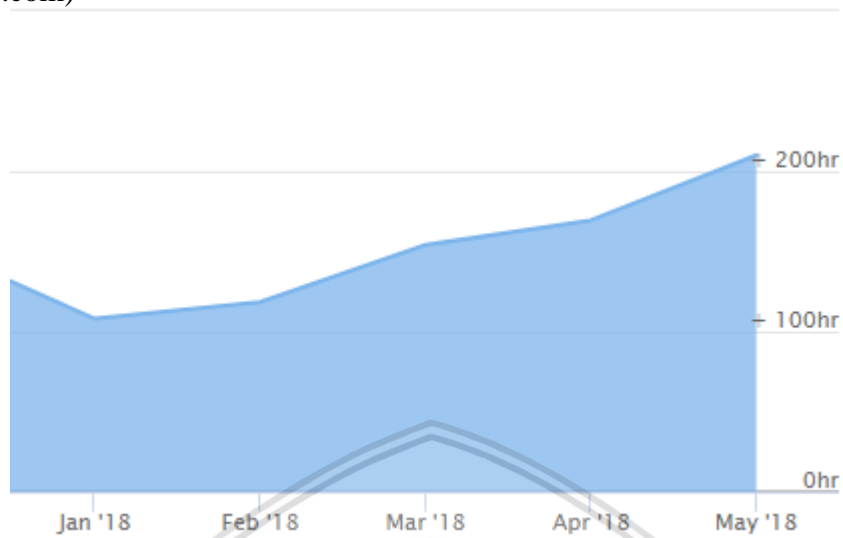


Gambar 7. Lahan penelitian

Lampiran 6 Grafik rata-rata curah hujan pada bulan Januari-Mei 2018
(Worldweather-online.com)



Lampiran 7 Grafik lama penyinaran pada bulan Januari-Mei 2018 (Worldweather-online.com)



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber minyak nabati salah satunya dapat diperoleh dari jarak kepyar (*R. communis* L.). Tanaman jarak kepyar dapat dibudidayakan di daerah kering dan marginal untuk tanaman lain, dengan pemanfaatan yang beragam pada industri dan aplikasi pertanian. Kandungan minyak yang terdapat dalam biji jarak sekitar 50-55%. Minyak jarak kaya akan asam lemak hidroksi dan asam ricinoleic yang terkandung sebesar 80-90% (Kallamadi *et al.*, 2015). Meski minyak jarak tidak bisa dimakan, tetapi lebih serbaguna dibandingkan minyak nabati lainnya karena banyak digunakan sebagai bahan awal bagi produk kimia industri karena strukturnya yang unik. Produk dari minyak jarak dapat dimanfaatkan untuk bahan baku cat, pelapis, tinta, pelumas dan berbagai macam produk lainnya. Minyak jarak yang diberikan dalam jumlah yang tertentu dapat digunakan sebagai pencahar (Ogunniyi, 2006).

Minyak jarak adalah salah satu bahan baku yang digunakan dalam produksi kosmetik, obat dan bio-plastik (Jena and Gupta, 2012). Produsen jarak terbesar di dunia adalah India kemudian produsen utama lainnya adalah China dan Brazil. Budidaya jarak kepyar yang ada di Indonesia saat ini memiliki bahan tanam yang bervariasi. Bahan tanam jarak kepyar didatangkan dari Cina maupun India, baik benih yang bertipe genjah maupun tahunan. Teknologi yang diterapkan di Indonesia juga bervariasi mulai dari teknologi budidaya konvensional hingga penerapan teknologi modern (Santoso, Sudika, dan Jaya, 2014).

Produksi jarak kepyar di Indonesia semakin menurun mulai dari tahun 2011 sampai 2014. Total produksi pada tahun 2014 sebesar 1400 ton, dan dibutuhkan impor sebesar 1830 ton dalam bentuk minyak (FAOSTAT, 2017). Hal ini menunjukkan dibutuhkan peningkatan produksi yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan. Peningkatan produksi salah satunya dapat diupayakan dengan adanya varietas unggul. Upaya untuk merakit varietas unggul adalah melalui program pemuliaan tanaman yaitu seleksi.

Pemulia tanaman biasanya memilih tanaman berdasarkan fenotipe sifat yang diinginkan, sesuai dengan tujuan. Terkadang suatu tanaman mungkin tampak lebih unggul dari tanaman lain hanya karena lingkungan yang berbeda. Hal tersebut

dapat menyesatkan pemulia tanaman, karena fenotipe yang dipilih tidak akan memberikan keturunan yang sama. Jika varians genetik tinggi dan varians lingkungan rendah, maka keturunan akan menjadi fenotipe yang dipilih. Sebaliknya, jika tanaman yang memiliki varians genetik yang rendah dipilih untuk program pemuliaan, keuntungan genetik yang diharapkan tidak akan terwujud (Acquaah, 2012).

Seleksi perlu memperhatikan fenotipe tanaman antara lain keragaman dan heritabilitas (Acquaah, 2012). Seleksi untuk menemukan varietas unggul dari suatu populasi dapat terjadi jika tanaman memiliki keragaman genetik yang luas. Tanaman jarak kepyar memiliki keragaman genetik yang luas (Patel and Patel, 2014). Keragaman jarak kepyar ditunjukkan dengan adanya perbedaan pada tipe pertumbuhan, tinggi tanaman, daun, batang, dan buah (Auld *et al.*, 2009). Keragaman genetik yang tinggi dalam plasma nutfah membantu pemulia tanaman untuk membuat pilihan yang tepat, untuk memilih tetua dalam program pemuliaan tanaman (Acquaah, 2012).

Keragaman mengacu pada adanya perbedaan antar individu dalam populasi tanaman. Keragaman yang bervariasi pada hasil dapat dipengaruhi oleh pengaruh genetik atau pengaruh lingkungan. Seleksi akan efektif jika karakter yang menjadi target seleksi memiliki nilai heritabilitas yang tinggi. Heritabilitas merupakan suatu parameter genetik yang mengukur kemampuan suatu genotipe dalam populasi tanaman untuk mewariskan karakteristik- karakteristik yang dimiliki (Acquaah, 2012).

Pendugaan heritabilitas membantu dalam menentukan seberapa besar pengaruh genetik yang diwariskan, dan membantu pemulia tanaman dalam memilih genotipe yang unggul dalam populasi yang beragam. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menilai seberapa besar nilai keragaman genetik dan heritabilitas pada tanaman jarak kepyar (Patel and Patel, 2014).

1.2 Tujuan

1. Mempelajari keragaman genetik dan fenotip karakter tanaman jarak kepyar generasi ke-5.
2. Mempelajari heritabilitas karakter tanaman jarak kepyar generasi ke-5.

1.3. Hipotesis

1. Terdapat karakter yang mempunyai keragaman genetik dan fenotip yang luas pada jarak kepyar generasi ke-5.
2. Terdapat karakter yang mempunyai heritabilitas tinggi pada tanaman jarak kepyar generasi ke-5.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jarak Kepyar

Tanaman jarak kepyar diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom : Plantae -Plants, Subkingdom : Tracheobionta - Vascular plants, Superdivision: Spermatophyta - Seed plants, Division : Magnoliophyta - Flowering plants, Class : Magnoliopsida – Dicotyledons, Subclass: Rosidae, Ordo: Euphorbiales, Family: Euphorbiaceae - Spurge family, Genus : Ricinus L. – Ricinus, Species : *Ricinus communis* L. (USDA, 2017)

Jarak kepyar memiliki nama lain castor bean, ricin, higuerilla, mamona, mamoeira, dan palma christi. Jarak kepyar merupakan family dari Euphorbiaceae yang hidup di iklim tropis, dan sekarang dapat dibudidayakan di semua negara-negara beriklim sedang di dunia (Scholz and da Silva, 2008). Tanaman jarak sangat bervariasi dalam pertumbuhan dan penampilan. Jarak kepyar juga bervariasi dalam hal pertumbuhan, warna daun, batang, ukuran biji, warna, dan kandungan minyak (Salihu *et al.*, 2014).

Jarak kepyar merupakan tanaman perdu atau terna, dengan tinggi tanaman 1-3 m. Sifat pertumbuhan tanaman jarak umumnya *Indeterminate*, artinya pertumbuhan tanaman tidak akan berhenti walaupun sudah berbuah. Tanaman jarak kepyar ada juga yang memiliki tipe pertumbuhan *determinate*, artinya tanaman hanya berbuah sekali dan setelah buahnya tua tanaman akan mati (Widodo, 2007). Menurut penelitian Gui *et al.*, (2008) produksi minyak jarak pagar sebesar 1590 kg/ha dan jarak kepyar sebesar 1188 kg/ha. Produksi jarak pagar lebih besar dari pada jarak kepyar, namun masa tanam jarak kepyar lebih cepat dari pada jarak pagar.

Biaya yang dibutuhkan untuk tanaman jarak pagar sebesar 620 USD/ha dan biaya produksi jarak kepyar sebesar 140-160 USD/ha. Jarak kepyar akan lebih menguntungkan untuk ditanam karena masa panen yang cepat dan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan jarak pagar (Gui *et al.*, 2008). Harga jual biji jarak kepyar sebesar Rp. 45.000/kg dan harga jual minyak jarak sebesar Rp. 95.000/L, sedangkan harga dari minyak jarak pagar hanya sebesar Rp. 8000/L (Amazon, 2017). Minyak jarak kepyar paling besar dimanfaatkan untuk farmasi, bio-plastik, dan kosmetik (Castor Forum, 2016).

Tinggi tanaman jarak sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Jenis tanah dan jenis kelembaban yang kurang, tanaman hanya akan mencapai ketinggian 30-90 cm. Varietas yang sama jika ditanam di tanah yang subur dan dengan curah hujan yang baik. Jenis ini bisa mencapai ketinggian 3-4 m. Tanaman jarak juga telah diisolasi menjadi tanaman yang lebih pendek (kurcaci) dengan kondisi yang baik disebut dengan dwarf. Sebagai tanaman ladang tidak menguntungkan bila tanaman lebih tinggi dari 1,5-2 m. Jika lebih tinggi, pemanenan menjadi sangat sulit dan rawan terjadi kerusakan saat angin kencang (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Masalah tinggi tanaman dapat diatasi dengan digunakannya tanaman jarak tipe dwarf, namun penghambat pertumbuhan juga diperlukan bila kondisi lingkungan sangat menguntungkan pertumbuhan atau jika kultivar tipe dwarf tidak tersedia (Oswalt *et al.*, 2014).

Sistem akar terdiri dari akar utama, akar sekunder, dan tersier. Akar utama terlihat seperti perpanjangan dari batang yang berada di dalam tanah. Varietas jarak kepyar memiliki tipe pertumbuhan jangka pendek, menengah dan panjang. Terdapat perbedaan yang nyata antara durasi dan perkembangan akar. Pada tanaman jarak yang memiliki tipe pertumbuhan pendek memiliki tingkat perkembangan akar yang tinggi. Pada tipe pertumbuhan lama menunjukkan akar lateral lebih panjang dengan penetrasi lebih besar, dibandingkan dengan tipe durasi pendek dan menengah (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Menurut Salihu (2014) akar tanaman jarak tipe tinggi memiliki akar utama yang besar yang berkembang dengan baik dan panjangnya hingga beberapa kaki kedalam tanah dan memiliki akar lateral yang besar. Akar jenis dwarf tipe akarnya selalu sekunder untuk varietas tertentu dan menunjukkan akar utama yang kurang jelas.

Batang tanaman jarak kepyar berwarna kemerahan sampai dengan ungu (Saadaoui, 2017) hijau muda sampai hijau tua dan merah muda sampai merah muda kecoklatan. Menurut Chakrabarty (2003) keragaman warna batang jarak kepyar terbagi menjadi 5 yaitu warna hijau, merah muda, coklat kemerahan, merah, dan ungu. Batang tanaman berdiri tegak, beruas-ruas dan disetiap ruas dibatasi mata ruas yang terdapat titik tumbuh daun atau cabang. Permukaan kulit batang dilapisi

lilin pada varietas tertentu, ada yang tebal dan tipis. Batang berkayu lunak dan berongga ditengahnya (Widodo, 2007).

Daun jarak kepyar memiliki ukuran yang bervariasi pada tiap varietasnya. Varietas tertentu ditandai dengan daun besar sedangkan yang lainnya berdaun kecil. Daun jarak kepyar memiliki bentuk yang beragam. Keragaman bentuk daun menurut (Chakrabarty, 2003) pada tanaman jarak kepyar terbagi menjadi 3 tipe bentuk daun yaitu flat, shallow cup, dan deep cup. Daun jarak kepyar biasanya berwarna hijau, tetapi juga ada yang tergantung dengan warna batang. Di kasus warna batang merah, daun muda akan memiliki bercak merah yang menjadi hijau ketika daunnya sudah berkembang sepenuhnya (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977).

Tanaman jarak kepyar memiliki bunga bertipe monoseus yang berarti bunga jantan dan bunga betina berada dalam satu tanaman. Bunga jarak kepyar terbentuk dalam karangan tandan bunga yang terletak pada bagian ujung cabang utama maupun samping. Tandan bagian atas merupakan tempat bunga betina, sedangkan bunga jantan terletak pada tandan bagian bawah. Jumlah bunga betina dalam satu tandan bisa mencapai 95%, tetapi rata-rata antara 30-50% (Widodo, 2007).

Buah tanaman jarak memiliki variasi dalam ukuran buah. Secara umum, ukuran biji sebanding dengan ukuran buah. Ukuran buah bisa dibagi menjadi empat kelompok, yaitu (a) sangat kecil, (b) kecil, (c) sedang dan (d) besar. Buah besar biasanya mengandung biji besar yang memiliki kadar minyak rendah, yaitu kurang dari 40% pada keseluruhan biji. Tanaman jarak dengan tipe tahunan memiliki kandungan minyak tertinggi dan hampir semua varietas budidaya memiliki buah hijau (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Menurut (Chakrabarty, 2003) warna buah pada jarak kepyar memiliki beberapa tipe warna yaitu warna putih kapur, hijau, ungu, coklat kemerahan, merah, dan hitam. Tipe buah pada jarak kepyar ada tiga yaitu berduri, berduri semi, dan tidak berduri.

Ukuran biji sangat bervariasi mulai dari yang terkecil hingga terbesar. Ukuran benih terkecil yaitu 7,05 mm X 5,30 mm sedangkan yang terbesar berukuran 20,95 mm X 13,50 mm. Jumlah benih persatu kg dapat bervariasi dari 9000 sampai 10000 jenis berukuran kecil sampai 900 biji dalam tipe berukuran besar (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Biji jarak kepyar adalah sumber

minyak jarak yang memiliki lebar berbagai kegunaan, biji jarak mengandung minyak sebesar 40-60%. Minyak jarak kaya akan trigliserida terutama ricinolein (Paul, 2008). Terdapat keragaman biji pada bentuk, warna dan caruncle biji. Bentuk biji jarak kepyar 3 kelompok yaitu memanjang, lonjong, dan bulat. Pada warna biji terbagi menjadi beberapa kelompok yaitu merah marun, putih, coklat, coklat gelap, dan hitam. Caruncle biji pada jarak kepyar terbagi menjadi dua kelompok yaitu mencolok dan kurang mencolok.

Tanaman jarak kepyar dapat ditanam di kondisi iklim yang bervariasi. Jarak kepyar mampu bertahan di kondisi kering sampai dengan hujan lebat, namun sangat rentan terhadap kondisi tergenang (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Jarak kepyar adalah tanaman yang dapat bertahan dalam berbagai macam ekologi. Pada dasarnya jarak kepyar tumbuh di daerah tropis yang hangat dan beriklim sedang (Salihu, 2014).

Jarak kepyar adalah jenis tanaman C3 yang tumbuh dengan optimal pada suhu 20-26°C namun dapat mentolerir suhu 0-40°C. Jika suhu terlalu dingin atau terlalu panas, jarak kepyar akan gagal untuk membentuk biji. Curah hujan yang diperlukan yaitu 500-600 mm antara penanaman dan pemanenan, namun juga bisa tumbuh di curah hujan yang rendah ataupun tinggi. Kelembaban udara yang terlalu tinggi dapat meningkatkan masalah hama dan jamur. Kelembaban yang optimal yaitu 30-60% dan ketinggian optimalnya adalah 300-1800 m dpl (Nielsen and Jongh, 2011).

2.2 Keragaman

Keragaman genetik adalah prasyarat untuk meningkatkan atau memperbaiki tanaman. Keragaman genetik berisi informasi tentang sifat dan variasi, ditambah dengan pengetahuan tentang asosiasi karakter yang sangat membantu dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman melalui seleksi (Patel, 2010). Koefisien keragaman yang dinyatakan dalam tingkat fenotip dan genotip. Pengetahuan tentang keragaman menggunakan parameter seperti koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotip (KVF) yang sangat penting untuk program pemuliaan tanaman (Patel and Patel, 2014).

Keragaman genetik yang tinggi dalam plasma nutfah membantu pemulia tanaman untuk membuat pilihan yang tepat, untuk memilih tetua dalam program

pemuliaan tanaman (Acquaah, 2012). Variabilitas mengacu pada adanya perbedaan antar individu dalam populasi tanaman. Perbedaan yang bervariasi pada hasil dapat dipengaruhi oleh pengaruh genetik atau pengaruh lingkungan.



Tabel 1 Keragaman tanaman jarak kepyar pada beberapa penelitian

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014)		(Dapke, 2016)		(Patel, 2010)		(Sarwar <i>et al.</i> , 2010)		(Bhatt and Reddy, 1981)		(Golakia <i>et al.</i> , 2007)		(Halilu, 2013)		(Olewi <i>et al.</i> , 2016)		(Sarwar and Chaudhry, 2008)	
		KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVF (%)
1	Umur berbunga	5,06	6,08	-	-	18,71	19,18	-	-	29,20	33,10	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Umur berbunga tandan primer	-	-	5,90	6,16	-	-	-	-	-	-	13,06	12,43	-	-	-	-	-	-
3	Umur berbunga 50%	-	-	6,38	7,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Umur panen	3,45	4,24	-	-	48,34	49,60	5,60	8,30	-	-	-	-	-	-	-	-	6,54	6,61
5	Umur panen tandan utama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,18	8,90	-	-	-	-	-	-
6	Jumlah buku (nodes) hingga ke tandan utama	13,25	14,61	14,17	20,51	-	-	-	-	34,90	36,90	12,84	12,23	2,81	6,84	-	-	-	-
7	Tinggi tanaman hingga tandan primer	10,57	12,10	16,04	16,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Tinggi tanaman	11,14	14,16	-	-	-	-	15,37	20,91	41,90	50,50	19,93	17,72	-	-	-	-	30,50	5,48
9	Tinggi tanaman saat panen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	4,76	-	-	-	-
10	Panjang bunga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	1,64	-	-	-	-
11	panjang tandan primer	-	-	17,25	17,78	17,25	17,78	5,85	21,95	-	-	19,34	13,33	-	-	-	-	20,37	21,64
12	Panjang tandan sekunder	-	-	-	-	-	-	4,32	19,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	panjang tandan primer yang efektif	11,36	14,82	19,74	20,55	19,74	20,55	-	-	-	-	19,51	13,63	-	-	-	-	-	-
14	jumlah buah di tandan primer per tanaman	17,55	20,85	27,79	28,76	27,79	28,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Jumlah tandan per tanaman	-	-	-	-	-	-	-	-	28,20	54,40	-	-	8,67	13,64	0,41	34,91	18,28	24,32
16	Jumlah cabang utama	-	-	-	-	-	-	-	-	35,20	47,10	-	-	-	-	-	-	-	-

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014)	(Dapke, 2016)	(Patel, 2010)	(Sarwar <i>et al.</i> , 2010)	(Bhatt and Reddy, 1981)	(Golakia <i>et al.</i> , 2007)	(Halilu, 2013)	(Olewi <i>et al.</i> , 2016)	(Sarwar and Chaudhry, 2008)
		KVG (%)	KVF (%)	KVG (%)	KVG (%)	KVG (%)	KVG (%)	KVG (%)	KVG (%)	KVF (%)
17	Jumlah cabang sekunder	-	-	-	-	47,90	-	6,83	-	-
18	Jumlah cabang per tanaman	15,72	21,26	-	15,67	29,83	-	-	8,90	39,93
19	Jumlah cabang efektif per tanaman	15,61	21,27	31,28	37,07	-	-	-	-	-
20	Jumlah kapsul di tandan primer	-	-	-	-	11,38	26,63	41,30	61,50	32,00
21	Jumlah kapsul di tandan sekunder	-	-	-	-	14,45	29,99	-	-	-
22	Jumlah biji pertanaman	-	20,78	21,32	20,78	21,32	-	25,70	66,70	35,39
23	Berat kering biji	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Bobot 100 buah	6,71	8,21	-	-	-	-	-	-	-
25	Bobot 100 biji	6,28	7,83	11,41	15,38	11,41	15,38	16,50	15,10	-
26	Berat buah pertanaman	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Berat biji	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Berat biji per tanaman	-	-	-	-	-	-	-	3,65	13,37
29	Kandungan minyak	1,82	2,50	2,71	4,53	2,71	4,53	-	15,67	12,22
30	Produksi (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Pertumbuhan tanaman	50,64	-	-	-	-	-	10,43	17,79	-
32	Indeks panen	21,32	-	-	-	-	-	-	62,10	35,69
									12,58	32,01

Keterangan KVG : Koefisien variasi genetik, KVF : Koefisien variasi fenotip

Pada Tabel 1 menunjukkan beberapa hasil penelitian tentang keragaman yang terdapat pada tanaman jarak kepyar. Dari keseluruhan hasil penelitian koefisien variasi genetik (KVG) dengan nilai terendah terdapat pada hasil penelitian Oleiwi *et al.*, (2016) sebesar 0,41 pada parameter jumlah bunga per tanaman. Nilai KVG yang tertinggi didapatkan pada hasil penelitian Oleiwi *et al.*, (2016) sebesar 96,9 pada variabel pengamatan berat biji kering. Hasil dari nilai koefisien variasi fenotip (KVF) yang terendah sebesar 1,64 oleh penelitian Halilu (2013) pada variabel pengamatan panjang bunga dan yang tertinggi hasil penelitian Bhatt and Reddy (1981) sebesar 70,6 pada variabel pengamatan jumlah cabang sekunder.

2.3 Heritabilitas

Heritabilitas adalah kemampuan untuk mewariskan suatu karakter pada turunannya. Heritabilitas didefinisikan sebagai rasio variasi genetik dan lingkungan terhadap variasi total. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya heritabilitas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi. Mengubah faktor-faktor tersebut dapat menghasilkan estimasi heritabilitas yang berbeda. Pendugaan heritabilitas dapat dilakukan dengan dua cara yang berbeda yaitu dengan heritabilitas arti luas dan heritabilitas arti sempit (Acquaah, 2012).

Heritabilitas arti luas diestimasi menggunakan varians genetik total (V_G), yang dinyatakan secara matematis sebagai $H = V_G / V_P$. Nilai yang dihasilkan heritabilitas arti luas cenderung tinggi. Heritabilitas secara matematis dituliskan sebagai $h^2 = V_A / V_P$. Heritabilitas arti sempit lebih berguna dalam pemuliaan tanaman karena komponen varians genetik aditif menentukan respons terhadap seleksi. Meskipun ada juga kasus yang lebih cocok untuk digunakannya heritabilitas arti luas. Besarnya heritabilitas arti sempit tidak dapat melebihi heritabilitas arti luas dan biasanya kurang dari nilai heritabilitas arti luas (Acquaah, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pendugaan heritabilitas arti luas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi. Dalam populasi genetik, bila heritabilitas didefinisikan sebagai $h^2 = V_A / V_P$ (yaitu, dalam arti sempit), variansnya adalah data individu dalam populasi. Namun, dalam pemuliaan tanaman, sifat-sifat tertentu seperti hasil, biasanya diukur berdasarkan plot (bukan pada tanaman individu). Jumlah varians genotipik yang

ada untuk suatu sifat dalam suatu populasi mempengaruhi pendugaan heritabilitas. Tetua bertanggung jawab atas struktur genetik dari populasi yang tetua hasilkan. Tetua yang berbeda membedakan populasi yang lebih bervariasi secara genetik. inbreeding cenderung meningkatkan besaran varians genetik di antara individu-individu dalam populasi (Acquaah, 2012).

Faktor kedua yaitu adalah ukuran sampel. Karena tidak praktis untuk mengukur semua individu dalam populasi besar, heritabilitas dapat dihitung menggunakan pengambilan sampel. Untuk mendapatkan varians genetik yang valid dari heritabilitas, pengambilan sampel harus secara acak. Kelemahan dari pendugaan heritabilitas yaitu adanya bias dan kurangnya ketepatan. Faktor ketiga yaitu metode perhitungan, heritabilitas dapat diperkirakan oleh beberapa metode yang menggunakan populasi genetik yang berbeda dan menghasilkan pendugaan yang mungkin berbeda. Metode perhitungan terdiri dari metode komponen varians dan regresi induk. Skema persilangan dirancang dengan hati-hati untuk memungkinkan didapatkannya varians genetik total yang benar (Acquaah, 2012).

Aplikasi heritabilitas yang pertama adalah untuk menentukan apakah suatu sifat akan menguntungkan untuk pemuliaan. Jika pada penggunaan metode heritabilitas arti sempit mendapatkan nilai yang tinggi, menunjukkan bahwa penggunaan metode pemuliaan tanaman akan berhasil meningkatkan sifat yang diinginkan. Aplikasi kedua yaitu untuk menentukan strategi seleksi yang paling efektif untuk digunakan dalam program pemuliaan. Metode pemuliaan yang menggunakan seleksi berdasarkan fenotip yang memiliki heritabilitas tinggi untuk sifat yang diinginkan. Aplikasi ketiga yaitu untuk memprediksi hasil dari seleksi. Respon terhadap seleksi bergantung pada heritabilitas. Heritabilitas tinggi akan memungkinkan didapatkan respon yang tinggi terhadap seleksi untuk memajukan seleksi ke perubahan yang diinginkan (Acquaah, 2012).

Tabel 2 Heritabilitas tanaman jarak kepyar pada beberapa penelitian

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014) Hb (%)	(Dapke, 2016) Hb (%)	(Patel, 2010) Hb (%)	(Sarwar <i>et al.</i> , 2010) Hb (%)	(Bhatt and Reddy, 1981) Hb (%)	(Golakia <i>et al.</i> , 2007) Hb (%)	(Halilu, 2013) Hb (%)	(Olewi <i>et al.</i> , 2016) Hb (%)	(Sarwar and Chaudhry, 2008) Hb (%)
1	Umur berbunga	69,20	-	95,20	-	78,00	-	-	-	-
2	Umur berbunga tandan primer	-	69,96	-	-	-	90,57	-	-	-
3	Umur berbunga 50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Umur panen	66,28	91,48	91,50	45,00	-	93,94	-	-	97,80
5	Umur panen tandan utama	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Jumlah buku (nodes) hingga ke tandan utama	82,23	47,73	-	-	89,30	90,09	16,94	-	-
7	Tinggi tanaman hingga tandan primer	76,23 61,88	93,61	-	54,00	68,70	79,09	-	96,83	96,30
8	Tinggi tanaman saat panen	-	-	-	-	-	-	8,00 31,38	-	-
9	Panjang bunga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Panjang tandan	-	-	-	6,50	-	47,49	-	-	88,60
11	primer	-	-	85,40	-	-	-	-	-	-
12	Panjang tandan sekunder	-	-	-	5,00	-	-	-	-	-
13	panjang tandan primer yang efektif	58,74	92,27	-	-	-	48,84	-	-	-
14	jumlah buah di tandan primer per tanaman	-	-	-	-	45,00	-	-	-	-
15	Jumlah tandan per tanaman	-	-	-	27,00	26,90	-	40,40	29,03	56,50
16	Jumlah cabang utama	-	94,15	-	-	56,00	-	-	-	-
17	Jumlah cabang sekunder	-	-	-	-	46,10	-	32,98	-	-

No	Karakter	(Patel and Patel, 2014) Hb (%)	(Dapke, 2016) Hb (%)	(Patel, 2010) Hb (%)	(Sarwar <i>et al.</i> , 2010) Hb (%)	(Bhatt and Reddy, 1981) Hb (%)	(Golakia <i>et al.</i> , 2007) Hb (%)	(Halilu, 2013) Hb (%)	(Olewi <i>et al.</i> , 2016) Hb (%)	(Sarwar and Chaudhry, 2008) Hb (%)
18	Jumlah cabang per tanaman	54,68	-	-	27,00	-	-	-	89,90	-
19	Jumlah cabang efektif per tanaman	53,90	71,20	91,70	-	-	55,82	-	-	-
20	Jumlah kapsul di tandan primer	70,84	93,40	96,30	18,30	-	70,20	28,04	-	80,60
21	Jumlah kapsul di tandan sekunder	-	-	-	23,20	-	-	-	-	-
22	Jumlah biji per tanaman	-	94,97	91,00	14,50	15,20	64,52	-	94,62	59,10
23	Berat kering biji	-	-	-	-	-	-	-	98,98	-
24	Bobot 100 buah	66,92	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Bobot 100 biji	64,33	54,98	94,50	7,00	-	83,78	-	-	44,80
26	Berat buah per tanaman	-	-	-	-	-	-	-	-	32,10
27	Berat biji	-	-	-	-	-	-	-	79,48	-
28	Berat biji per tanaman	-	-	-	-	-	-	-	94,00	-
29	Kandungan minyak	53,36	35,77	72,50	-	-	-	34,38	-	-
30	Produksi (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Pertumbuhan tanaman	-	-	-	-	-	-	-	98,42	-
32	Indeks panen	-	-	-	-	-	-	-	92,64	-

Keterangan : Hb : Heritabilitas arti luas

Pada tanaman jarak kepyar terdapat karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi dan terdapat juga karakter yang memiliki nilai heritabilitas sedang atau rendah. Hal tersebut tergantung pada bahan penelitian, metode dan lokasi penelitian. Tabel 2 menunjukkan hasil penelitian heritabilitas pada karakter jarak kepyar. Pada variabel pengamatan umur berbunga, tinggi tanaman, berat 100 biji, kandungan minyak, dan umur panen tandan utama pada beberapa penelitian didapatkan nilai heritabilitas yang tinggi (Patel and Patel, 2014).

Karakter yang tergolong tinggi merupakan karakter yang memiliki nilai heritabilitas diatas 50%. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa karakter ini diatur oleh aksi gen aditif dan seleksi pada karakter karakter tersebut akan efektif untuk perbaikan karakter (Dapke, 2016). Pada hasil penelitian Halilu (2013) semua hasil pengamatan memiliki nilai heritabilitas sedang hingga rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya nilai pendugaan heritabilitas arti luas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi (Acquaah, 2012).

2.4 Poliploid

Poliploid adalah keadaan dimana sel memiliki dua set dasar kromosom pada sel somatik yang melebihi jumlah diploid, dan individu yang memilikinya disebut poliploid. Sifat spesies yang cocok untuk induksi poliploid yang pertama spesies memiliki jumlah kromosom yang rendah. Sifat yang kedua yaitu bagian ekonomi tanaman merupakan bagian vegetatif. Sifat yang ketiga yaitu merupakan tanaman yang menyerbuk silang. Sifat yang keempat, tanaman termasuk dalam tanaaman tahunan, dan yang kelima, tanaman memiliki kemampuan untuk bereproduksi secara vegetatif (Acquaah, 2012).

Manipulasi poliploid dilakukan untuk mendapatkan jenis yang mempunyai lebih dari 2 set kromosom ($2n$), berdasarkan pertimbangan pemuliaan terhadap flora dan fauna untuk memperbaiki mutu yang lebih baik dari jenis atau organisme sebelumnya. Individu normal di alam pada umumnya memiliki 2 set kromosom yang biasa disebut diploid ($2n$). Individu diploid yang menghasilkan mutan gamet haploid (n), biasanya berumur pendek. Apabila telur dari organisme diploid dirangsang untuk menjalani embriogenesis tanpa fertilisasi oleh sperma, akan menghasilkan individu haploid yang menyimpang. Manipulasi poliploid

menghasilkan individu triploid, tetraploid dan ploid yang lebih tinggi. Poliploid ini dapat tumbuh lebih pesat dibandingkan individu diploid dan haploid. Individu triploid memiliki sifat steril dan individu tetraploid bersifat fertil (Kadi, 2007).

Individu poliploidi secara fenotip, berbeda dengan diploid maupun haploid. Sel tetraploid lebih besar dibandingkan sel diploid dan haploid. Kelebihan individu poliploid adalah tumbuh lebih cepat dan mudah beradaptasi dengan lingkungan, dibandingkan dengan individu diploid dan haploid. Individu tetraploid dapat berperan mengontrol pertumbuhan organisme lain di lingkungan habitat yang sama. Sifat umum dari tanaman poliploidi adalah menjadi lebih kekar, bagian tanaman lebih besar (akar, batang, daun, bunga, dan buah), sehingga sifat-sifat yang kurang baik akan menjadi lebih baik tanpa mengubah potensi hasilnya (Sulistianingsih, 2004).

Menurut hasil penelitian Avidov and Lerner (2010) tentang poliploidi pada tanaman jarak kepyar. Tanaman jarak kepyar hasil dari manipulasi poliploidi merupakan tetraploid ($4n$) yang pada umumnya jarak kepyar merupakan diploid ($2n$). Tanaman jarak kepyar poliploid dengan tanaman jarak diploid memiliki beberapa perbedaan kenampakan sifat. Jarak kepyar tetraploid memiliki stomata lebih besar, luas permukaan daun lebih besar, dan biji yang dihasilkan lebih besar. Hasil penelitian poliploidi pada tanaman pacar air menghasilkan tanaman pacar air tetraploid $2n=4x=24$. Hasil dari poliploidi berpengaruh nyata terhadap parameter morfologi seperti tinggi tanaman, panjang daun, lingkaran batang, dan waktu pembungaan (Wiendra, 2011).

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian penanaman telah dilaksanakan di Ngijo, Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 525 mdpl, dengan suhu 24-25 °C. Penelitian akan dilakukan pada bulan Januari 2018 sampai dengan bulan Mei 2018.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 galur CT5, pupuk SP36, urea, KCL, descriptor dari UPOV dan Panduan Descriptor Draft Nasional Guidelines for the Conduct of Test for Distinctness, Uniformity, and Stability Castor (*R. communis* L.). Bahan tanam yang digunakan adalah 20 genotip Jarak Kepyar perlakuan kolkisin generasi ke-5 (CT5) masing masing galur terdapat 6 tanaman. Berikut galur jarak kepyar yang digunakan yaitu CT5(01)C856-4242, CT5(02)C856-2315, CT5(03)C856-1635, CT5(04)C856-3462, CT5(05)C856-343, CT5(06)C856-5145, CT5(07)C864-1215, CT5(08)C864-1433, CT5(09)C864-4524, CT5(10)C864-2564, CT5(11)C864-1512, CT5(12)C864-3532, CT5(13)C864-1233, CT5(14)1012-1551, CT5(15)TD-2412, CT5(16)THAI-3421, CT5(17)THAI-5314, CT5(18)THAI-5334, CT5(19)THAI-5615, CT5(20)THAI-2445. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah petridisk, timbangan, jangka sorong, kamera digital, meteran, cutter, tugal, sprayer, cangkul, sabit, dan gunting.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan 20 galur jarak kepyar generasi ke-5 (CT5). Tanaman di tanam di lahan menggunakan polybag ukuran 60x60 cm, dengan jarak antar tanaman 100x100 cm dan batas border 50 cm. Dilakukan dengan dua ulangan dan tiap galur terdapat 6 tanaman, sehingga terdapat 120 satuan percobaan dan dengan 2 ulangan menjadi 240 satuan percobaan. Pengamatan dilakukan pada karakter-karakter kuantitatif tanaman jarak kepyar sesuai dengan descriptor UPOV (Geneva, 2016) dan Descriptor Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor bean (*Ricinus communis* L.) (Chakrabarty, 2003).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Persiapan lahan dimulai dengan pengukuran lahan yang akan digunakan untuk penelitian, setelah itu lahan dibersihkan dari tumbuhan pengganggu maupun sisa panen dari tanaman sebelumnya. Lahan yang digunakan memiliki luas 20x12 meter. Pemilihan benih dari tiap galur dilakukan dengan memilih biji yang bagus dan memiliki corak yang seragam. Benih disiapkan sebanyak yang akan ditanam dan dipersiapkan sulamannya. Penanaman dilakukan secara langsung, membuat lubang dengan ditugal, dan dimasukkan benih, Furadan, dan SP 36. Penanaman benih dilakukan dengan cara menanam 2 benih per lubang tanam dan 1 lubang tanam di tiap polibag yang terdapat 6 polibag satu barisnya. Tanaman jarak kepyar ditanam dengan jarak tanam 100x100 cm.

Pemupukan diberikan pada saat awal penanaman, 10 hst dan 30 hst yaitu dengan menggunakan Urea (N 46%), SP-36 (P_2O_5 36 %) dan KCL (K_2O 60%). Dosis pemupukan yaitu dengan Urea sebesar 130 kg/ha, SP-36 sebesar 37,5 kg/ha, dan KCL sebesar 66,7 kg/ha. Jadi pupuk yang harus diberikan per tanaman pada pupuk urea 13 g/tanaman, sp-36 3,75 g/tanaman, dan KCl 6,67 g/tanaman.

Penyiraman dilakukan pada tiap hari pada awal tanam. Pada saat tanaman tumbuh dengan sempurna tanaman disiram dua hari sekali. Pada musim hujan penyiraman tidak dilakukan. Penyiangan dilakukan sekali pada tiap minggu. Dilakukan penyemprotan pestisida dengan bahan aktif abamektin 18,4 g/l dan fungisida dengan bahan aktif azoxistrobin 200 g/l + difenokonazole 125 g/l setiap minggu sekali. Pada saat serangan OPT tinggi dilakukan 2 kali penyemprotan insektisida. Pengendalian mekanis juga dilakukan ketika terdapat serangan OPT. Panen dilakukan ketika buah jarak kepyar berwarna coklat dan kering pada umur sekitar 120-130 hari. Buah jarak kepyar yang telah dipanen kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan diberi nama sesuai galur, kemudian disimpan.

3.5 Pengamatan Penelitian

Pengamatan yang dilakukan untuk pendugaan nilai heritabilitas adalah karakter-karakter agronomi yang bersifat kuantitatif. Pengamatan karakter pada Tabel 3 agronomi berdasarkan UPOV dan Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor.

Tabel 3 Karakter Kuantitatif

No	Karakter	Pelaksanaan
1.	Tinggi tanaman	Diukur mulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh dilakukan setiap minggu
2.	Diameter batang atas	Diukur diameter batang bagian atas
3.	Panjang batang utama	Diukur panjang batang utama
4.	Panjang tandan	Diukur mulai dari titik tumbuh hingga ke ujung tandan
5.	Jumlah ruas	Dihitung jumlah ruas pada satu tanaman
6.	Diameter ruas	Diukur diameter ruas ke 4 dan 5
7.	Panjang tangkai daun	Diukur panjang tangkai daun ke 4 dari atas
8.	Diameter tangkai daun	Diukur diamter tangkai daun ke 4 dari atas
9.	Panjang helai daun	Diukur mulai dari tangkai daun hingga ke ujung daun
10.	Lebar helai daun	Diukur lebar daun dari ujung ke ujung
11.	Jumlah jari-jari daun	Dihitung jumlah jari-jari pada daun ke 4 dari atas
12.	Panjang bunga	Diukur mulai dari pangkal bunga hingga ujung bunga
13.	Panjang tangkai buah	Diukur mulai dari pangkal tangkai buah hingga ujung tangkai buah saat 50 hst pada daun ke 4 dari atas
14.	Panjang kapsul	Diukur panjang kapsul mulai dari ujung kapsul sampai dengan pangkal kapsul
15.	Jumlah buah	Dihitung jumlah buah per tandan
16.	Berat tandan	Ditimbang berat tandan utama pada satu tanaman
17.	Berat buah	Ditimbang berat buah pada satu tanaman
18.	Jumlah total biji	Dihitung jumlah total biji dari satu tanaman
19.	Berat total biji	Ditimbang berat 100 biji
20.	Berat 100 biji	Dihitung berat 100 biji
21.	Panjang biji	Diukur mulai dari caruncle hingga ujung biji
22.	Lebar biji	Diukur sisi terlebar yang tegak lurus dengan panjang biji
23.	Tebal biji	Diukur ketebalan biji

3.6 Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA). Kemudian hasil analisis varians di uji lanjut Scott-Knott dengan aplikasi SASM-Agri.

Analisis Varians

Sumber ragam	Db	Jk	KT	F hit
Kelompok	r-1	JKr	KTr	KTr/KTg
Genotip	g-1	JKg	KTg	KTg/KTr
Galat	(r-1)(g-1)	JKe	KTe	
Total	rg-1	JKt		

Keterangan: σ_g^2 = Varians genetik

σ_e^2 = Varians lingkungan

r = banyak kelompok

Varians galat σ_e^2 = KTe

Varians genetik $\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$

Varians fenotip $\sigma_p^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$

Nilai heritabilitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Heritabilitas = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{\left[\frac{KT_{genotip} - KT_{galat}}{r} \right]}{\left[\left(\frac{KT_{genotip} - KT_{galat}}{r} \right) + KT_{galat} \right]}$$

$$Heritabilitas = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

kriteria nilai duga heritabilitas dalam arti luas untuk kriteria tinggi ($h^2 > 0,50$), sedang ($0,20 \leq h^2 \leq 0,50$), rendah ($h^2 < 0,20$) (Stansfield and Elrod, 2002).

Variasi genetik untuk semua sifat yang diamati dihitung dari koefisien keragaman genetik dan koefisien keragaman fenotip menurut rumus Singh and Chaudary (1977) sebagai berikut :

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

σ_f^2 = varians fenotip

σ_g^2 = varians genetik

X = rata-rata umum

Berdasarkan kriteria Sudarmadji (2007), koefisien keragaman genetik dibagi dalam tiga kategori yaitu :

- Besar ($KVG \geq 14,5\%$)
- Sedang ($5\% \leq KVG < 14,5\%$)
- Kecil ($KVG < 5\%$)

Berdasarkan (Kumar *et al.*, 2018), nilai KVF dikategorikan sebagai berikut: rendah = 0-10%, sedang =10-20%, tinggi $\geq 20\%$.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kondisi Umum

Penelitian dilaksanakan di daerah Ngijo yang berada pada ketinggian 525 mdpl, dengan suhu 24-25 °C. Curah hujan tinggi pada saat awal tanam hingga berbunga (Lampiran 6). Pada saat memasuki masa berbunga kondisi cuaca memasuki musim kemarau, dengan lama penyinaran yang relatif tinggi (Lampiran 7). Sistem irigasi yang dilakukan yaitu sistem tadah hujan. Pada saat musim kemarau irigasi diberikan 3 hari sekali. Kondisi tanah lahan penelitian berjenis tanah liat. Tipe liat memiliki daya serap air yang rendah sehingga mudah jenuh air. Tanaman jarak kepyar kurang optimal jika kondisi tanahnya jenuh air atau tergenang. Oleh karena itu sistem drainase lahan penelitian di atur sehingga air yang masuk mudah teralirkan. Menanam dalam polibag merupakan salah satu cara agar tanaman tidak tergenang air.

Secara umum serangan OPT terhadap tanaman budidaya dapat teratasi dan tanaman dapat tumbuh dengan baik. Dalam pelaksanaan penelitian terdapat beberapa serangan OPT. Hama dan penyakit yang menyerang tanaman jarak kepyar antara lain ulat daun, ulat penggerek buah (*Dichocrocis punctiferalis*) (Gambar 6b), jamur (*Botrytis blight*) (Gambar 6a) dan penyakit layu fusarium (*Fusarium wilt*) (Gambar 6c). Ulat dan jamur menyerang pada saat fase berbunga hingga panen. Serangan dari ulat penggerek buah dikendalikan secara mekanik yaitu di buang satu persatu buah yang terserang ulat penggerek. Pengendalian ulat penggerek secara kimiawi tidak terlalu berpengaruh karena letak ulat yang berada di dalam buah.

Penyakit layu fusarium menyerang tanaman jarak kepyar pada fase awal tanam. Dilakukan penyemprotan pestisida dengan bahan aktif abamektin 18,4 g/l dan fungisida dengan bahan aktif azoxistrobin 200 g/l + difenokonazole 125 g/l setiap minggu sekali. Pada saat serangan OPT tinggi dilakukan 2 kali penyemprotan insektisida. Untuk mengatasi serangan penyakit layu fusarium yaitu dengan mencabut dan dibuang. Tindakan pencegahan penyakit layu dengan cara memperbaiki drainase, agar tanaman tidak jenuh air atau tergenang.

4.1.2 Keragaman

Tabel 4 Nilai KVG dan KVF

Karakter	KT Genotip	σ_f^2	σ_g^2	σ_e^2	KVG	Kriteria	KVF	Kriteria
Tinggi tanaman	372,35**	232,71	139,64	93,07	17,42	Tinggi	22,49	Tinggi
Diameter batang atas	0,03	0,03	0,00	0,02	5,60	Sedang	13,81	Sedang
Panjang batang utama	333,74**	202,38	131,36	71,01	23,05	Tinggi	28,62	Tinggi
Panjang tandan	16,95**	9,81	7,15	2,66	15,12	Tinggi	17,71	Sedang
Jumlah ruas	2,5**	1,51	0,99	0,52	7,34	Sedang	9,06	Rendah
Diameter ruas	0,08**	0,05	0,03	0,02	13,84	Sedang	18,5	Sedang
Panjang tangkai daun	14,53**	7,61	6,92	0,69	12,03	Sedang	12,62	Sedang
Diameter tangkai daun	0,02**	0,01	0,01	0,01	9,90	Sedang	13,08	Sedang
Panjang helai daun	11,69*	8,16	3,53	4,63	9,02	Sedang	13,71	Sedang
Lebar helai daun	17,38**	9,46	7,92	1,54	8,81	Sedang	9,62	Rendah
Jumlah jari-jari daun	0,32*	0,21	0,11	0,11	3,53	Rendah	5,01	Rendah
Panjang bunga	12,9**	8,36	4,54	3,83	14,91	Tinggi	20,25	Tinggi
Panjang tangkai buah	0,18**	0,09	0,08	0,01	12,73	Sedang	13,3	Sedang
Panjang kapsul	0,04**	0,03	0,01	0,01	5,41	Sedang	7,32	Rendah
Jumlah buah	45,84*	30,51	15,33	15,17	15,95	Tinggi	22,5	Tinggi
Berat tandan	109,3	111,51	-2,21	113,72	4,85	Rendah	34,46	Tinggi
Berat buah	115,79**	67,48	48,31	19,18	25,21	Tinggi	29,79	Tinggi
Jumlah total biji	333,35**	197,09	136,26	60,84	16,88	Tinggi	20,3	Tinggi
Berat total biji	52,47**	29,94	22,53	7,41	26,61	Tinggi	30,68	Tinggi
Berat 100 biji	0,31**	0,16	0,15	0,00	12,24	Sedang	12,41	Sedang
Panjang biji	0,03**	0,02	0,01	0,00	7,78	Sedang	9,22	Rendah
Lebar biji	0,00**	0,00	0,00	0,00	5,11	Sedang	5,32	Rendah
Tebal biji	0,00**	0,00	0,00	0,00	4,89	Rendah	4,97	Rendah

Keterangan : KVG : Koefisien Variasi Genetik, KVF: Koefisien Variasi Fenotip, KT: Kuadrat Tengah, σ_f^2 : Varians Fenotip, σ_g^2 : Varians Genetik, σ_e^2 : Varians Lingkungan, Kriteria KVG : Tinggi ($\geq 14,45\%$), Sedang ($5 \leq \text{KVG} < 14,45\%$), Rendah ($0-5\%$), Kriteria KVF : Tinggi ($\geq 20\%$), Sedang ($10-20\%$), Rendah ($0-10\%$).

Hasil dari analisis perhitungan nilai koefisien variasi genetik (KVG) didapatkan nilai yang bervariasi dengan nilai tertinggi 26,61 dan terendah 3,53. Didapatkan nilai koefisien variasi fenotip (KVF) yang bervariasi dengan nilai tertinggi 34,46 dan terendah 4,97. Besar nilai KVG dari setiap karakter menurut (Sudarmadji, 2007) dikelompokkan ke dalam 3 kriteria yaitu tinggi, sedang dan rendah. Pengelompokkan berdasarkan nilai tinggi adalah nilai yang $\geq 14,5$. Kriteria

nilai sedang berkisar antara $< 14,5$ sampai dengan ≥ 5 . Kriteria nilai rendah bernilai < 5 .

Besar nilai KVF dari setiap karakter menurut (Kumar *et al.*, 2018) dikelompokkan kedalam 3 kriteria yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kriteria nilai rendah berkisar antara 0 sampai dengan < 10 . Kriteria nilai sedang berkisar antara ≥ 10 sampai dengan < 20 . Kriteria nilai tinggi bernilai ≥ 20 . Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai tinggi memiliki nilai KVG 15,12 sampai dengan 26,61 karakter-karakter dengan kriteria nilai tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji.

Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai sedang memiliki nilai 5,11 sampai dengan 14,91 Karakter yang termasuk dalam kriteria nilai sedang yaitu diameter batang atas, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji, panjang biji, dan lebar biji. Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai rendah memiliki nilai 3,53 sampai dengan 4,89 karakter yang termasuk dalam kriteria nilai rendah yaitu jumlah jari-jari daun, berat tandan, tebal biji.

Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai tinggi memiliki nilai KVF 20,25 sampai dengan 34,46 karakter-karakter dengan kriteria nilai tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang bunga, jumlah buah, berat tandan, berat buah, jumlah total biji, dan berat total biji. Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai sedang memiliki nilai 12,41 sampai dengan 18,5. Karakter yang termasuk dalam kriteria nilai sedang yaitu diameter batang atas, panjang tandan, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, panjang tangkai buah, berat 100 biji. Karakter yang masuk kedalam kriteria nilai rendah memiliki nilai 4,97 sampai dengan 9,62 karakter yang termasuk dalam kriteria nilai rendah yaitu jumlah ruas, lebar helai daun, jumlah jari-jari daun, panjang kapsul, panjang biji, lebar biji, tebal biji.

4.1.3 Heritabilitas

Tabel 5 Heritabilitas

Karakter	σ_f^2	σ_g^2	H	Kriteria	KVG	Kriteria	KVF	Kriteria
Tinggi tanaman	232,71	139,64	0,6	Tinggi	17,42	Tinggi	22,49	Tinggi
Diameter batang atas	0,03	0,00	0,16	Rendah	5,60	Sedang	13,81	Sedang
Panjang batang utama	202,38	131,36	0,65	Tinggi	23,05	Tinggi	28,62	Tinggi
Panjang tandan	9,81	7,15	0,73	Tinggi	15,12	Tinggi	17,71	Sedang
Jumlah ruas	1,51	0,99	0,66	Tinggi	7,34	Sedang	9,06	Rendah
Diameter ruas	0,05	0,03	0,56	Tinggi	13,84	Sedang	18,50	Sedang
Panjang tangkai daun	7,61	6,92	0,91	Tinggi	12,03	Sedang	12,62	Sedang
Diameter tangkai daun	0,01	0,01	0,57	Tinggi	9,90	Sedang	13,08	Sedang
Panjang helai daun	8,16	3,53	0,43	Sedang	9,02	Sedang	13,71	Sedang
Lebar helai daun	9,46	7,92	0,84	Tinggi	8,81	Sedang	9,62	Rendah
Jumlah jari-jari daun	0,21	0,11	0,51	Tinggi	3,53	Rendah	5,01	Rendah
Panjang bunga	8,36	4,54	0,54	Tinggi	14,91	Tinggi	20,25	Tinggi
Panjang tangkai buah	0,09	0,08	0,92	Tinggi	12,73	Sedang	13,3	Sedang
Panjang kapsul	0,03	0,01	0,55	Tinggi	5,41	Sedang	7,32	Rendah
Jumlah buah	30,51	15,33	0,51	Tinggi	15,95	Tinggi	22,5	Tinggi
Berat tandan	111,51	-2,21	-0,02	Rendah	4,85	Rendah	34,46	Tinggi
Berat buah	67,48	48,31	0,72	Tinggi	25,21	Tinggi	29,79	Tinggi
Jumlah total biji	197,09	136,26	0,69	Tinggi	16,88	Tinggi	20,3	Tinggi
Berat total biji	29,94	22,53	0,75	Tinggi	26,61	Tinggi	30,68	Tinggi
Berat 100 biji	0,16	0,15	0,97	Tinggi	12,24	Sedang	12,41	Sedang
Panjang biji	0,02	0,01	0,71	Tinggi	7,78	Sedang	9,22	Rendah
Lebar biji	0,00	0,00	0,92	Tinggi	5,11	Sedang	5,32	Rendah
Tebal biji	0,00	0,00	0,97	Tinggi	4,89	Rendah	4,97	Rendah

Keterangan: KVG: Koefisien Variasi Genetik, KVF: Koefisien Variasi Fenotip, H: Heritabilitas, σ_f^2 : Varian Fenotip, σ_g^2 : Varian Genetik, σ_e^2 : Varian Lingkungan. Kriteria heritabilitas: tinggi ($h^2 > 0,50$), sedang ($0,20 \leq h^2 \leq 0,50$), rendah ($h^2 < 0,20$)

Hasil analisis perhitungan nilai heritabilitas didapatkan hasil yang bervariasi. Pengelompokan nilai heritabilitas kedalam 3 kriteria yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Kriteria nilai tinggi bernilai antara 0,5 sampai dengan 0,97. Karakter yang memiliki kriteria nilai tinggi antara lain karakter tinggi tanaman panjang batang utama panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, jumlah buah berat buah, jumlah total biji berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, dan jumlah jari-jari daun.

Heritabilitas karakter yang termasuk ke dalam kriteria sedang memiliki nilai 0,43 yaitu panjang helai daun. Karakter yang termasuk dalam kriteria nilai rendah

bernilai antara -0,02 sampai dengan 0,16 yaitu diameter batang atas dan berat tandan.

4.1.4 Penampilan Karakter Hasil dan Komponen Hasil

Hasil dari analisis varians didapatkan 18 karakter yang menunjukkan perbedaan sangat nyata, dan 3 karakter yang berbeda nyata. Karakter yang berbeda sangat nyata yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat buah, jumlah total biji, berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, dan tebal biji. Karakter yang berbeda nyata yaitu panjang helai daun, jumlah jari-jari daun, dan jumlah buah. Karakter yang tidak berbeda nyata yaitu adalah diameter batang atas dan berat tandan.

Penampilan karakter komponen hasil dan hasil dari keseluruhan galur didapatkan beberapa kelompok keragaman dengan nilai yang bervariasi. Pada karakter tinggi tanaman terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 69,13 cm sampai dengan 89,13 cm, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(19)THAI-5615, CT5(10)C864-2564, CT5(17)THAI-5314, CT5(08)C864-1433, CT5(13)C864-1233, CT5(07)C864-1215, CT5(20)THAI-2445, CT5(18)THAI-5334, dan CT5(16)THAI-3421. Kelompok kedua dengan rentang nilai 44,63 cm sampai dengan 65,38 cm, yang terdiri dari galur CT5(01)C856-4242, CT5(15)TD-2412, CT5(14)1012-1551, CT5(02)C856-2315, CT5(03)C856-1635, CT5(06)C856-5145, CT5(04)C856-3462, CT5(05)C856-343, CT5(11)C864-1512, dan CT5(09)C864-4524.

Pada karakter panjang batang utama terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 48,25 cm sampai dengan 69,00 cm, yang terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(09)C864-4524, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(10)C864-2564, CT5(19)THAI-5615, CT5(07)C864-1215, CT5(17)THAI-5314, CT5(13)C864-1233, CT5(20)THAI-2445, CT5(18)THAI-5334, CT5(16)THAI-3421. Kelompok kedua dengan rentang nilai 28,29 cm sampai dengan 44,5 cm, terdiri dari galur CT5(05)C856-343, CT5(04)C856-3462, CT5(03)C856-1635, CT5(02)C856-2315, CT5(06)C856-5145, CT5(01)C856-4242, CT5(14)1012-1551, dan CT5(15)TD-2412.

Tabel 6 Penampilan Karakter Batang dan Daun

Nama Galur	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang atas (cm)	Panjang bantang utama (cm)	Jumlah ruas (ruas/tan aman)	Diameter ruas (cm)	Panjang tangkai daun (cm)	Diameter tangkai daun (cm)	Panjang helai daun (cm)	Lebar helai daun (cm)	Jumlah jari-jari daun
CT5(01)C856-4242	44,63b	1,13a	28,88b	14,63a	0,97b	19,29d	0,78b	17,75a	0,83a	9,00a
CT5(02)C856-2315	55,67b	1,20a	38,25b	15,50a	1,15b	21,50c	0,93a	19,42a	0,86a	9,50a
CT5(03)C856-1635	56,04b	0,99a	42,42b	13,17b	1,07b	21,04c	0,80b	18,88a	0,83a	9,33a
CT5(04)C856-3462	60,25b	1,00a	44,13b	14,29a	0,94b	19,00d	0,77b	17,50a	0,79a	8,46a
CT5(05)C856-343	62,50b	1,12a	44,50b	15,00a	1,18b	20,25c	0,97a	23,00a	0,81a	8,83a
CT5(06)C856-5145	59,00b	1,25a	37,00b	12,25b	1,09b	18,50d	0,75b	17,00a	0,77a	8,50a
CT5(07)C864-1215	80,38a	1,25a	60,00a	12,67b	1,36a	27,75a	0,80b	22,13a	0,81a	9,58a
CT5(08)C864-1433	77,38a	1,28a	55,50a	15,00a	1,13b	24,58b	0,84b	22,25a	0,77a	9,17a
CT5(09)C864-4524	65,38b	1,13a	49,75a	14,50a	1,04b	21,75c	1,04a	20,00a	0,79a	8,88a
CT5(10)C864-2564	75,00a	1,03a	56,50a	13,25b	1,25b	20,96c	0,80b	21,25a	0,87a	9,13a
CT5(11)C864-1512	64,75b	1,36a	48,25a	14,13a	1,27b	23,67b	0,86b	21,38a	0,88a	9,13a
CT5(12)C864-3532	69,13a	1,33a	51,88a	12,83b	1,29b	23,00b	0,85b	21,88a	0,85a	9,38a
CT5(13)C864-1233	78,42a	1,18a	60,79a	12,75b	1,67a	23,75b	1,00a	21,17a	0,87a	9,50a
CT5(14)1012-1551	48,50b	1,13a	28,38b	10,75b	1,18b	16,58e	0,95a	20,25a	0,81a	9,25a
CT5(15)TD-2412	46,33b	1,10a	28,29b	12,75b	1,19b	19,38d	0,78b	16,88a	0,81a	9,25a
CT5(16)THAI-3421	89,13a	1,36a	69,00a	13,13b	1,61a	24,17b	0,85b	25,00a	0,89a	9,38a
CT5(17)THAI-5314	75,75a	1,27a	60,33a	13,83a	1,38a	20,50c	0,77b	20,67a	0,89a	9,75a
CT5(18)THAI-5334	87,71a	1,35a	67,83a	13,25b	1,57a	24,00b	0,90a	23,29a	0,87a	9,54a
CT5(19)THAI-5615	74,63a	1,06a	58,13a	13,75a	1,34a	22,33b	0,76b	22,00a	0,90a	9,25a
CT5(20)THAI-2445	85,88a	1,36a	64,50a	13,88a	1,42a	25,25b	1,08a	25,13a	0,90a	10,17a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji rata-rata bergesombol Scott-Knott 5%.

Tabel 7 Penampilan Karakter Bunga, Buah dan Tandan

Nama galur	Panjang tandan (cm)	Panjang bunga (cm)	Panjang tangkai buah (cm)	Panjang kapsul (cm)	Jumlah buah (buah/tanaman)	Berat tandan (g)	Berat buah (g)
CT5(01)C856-4242	16,00b	13,13a	2,55b	2,15a	21,25b	26,68a	20,04b
CT5(02)C856-2315	18,00b	11,75a	3,05a	1,98a	19,50b	37,81a	20,57b
CT5(03)C856-1635	12,25c	14,25a	2,22c	2,20a	28,00a	23,52a	25,50b
CT5(04)C856-3462	15,00c	12,63a	2,23c	2,17a	24,58b	24,82a	26,35b
CT5(05)C856-343	18,00b	16,33a	2,15c	1,90a	21,50b	29,49a	18,57b
CT5(06)C856-5145	21,00a	14,50a	2,38b	2,13a	27,75a	31,50a	35,34a
CT5(07)C864-1215	17,75b	14,63a	2,45b	2,09a	33,13a	40,68a	37,48a
CT5(08)C864-1433	21,13a	13,88a	2,45b	2,03a	29,63a	36,75a	34,80a
CT5(09)C864-4524	16,71b	11,00a	2,00d	2,09a	23,63b	21,86a	24,27b
CT5(10)C864-2564	19,25a	12,00a	2,27c	2,24a	22,63b	31,64a	30,86a
CT5(11)C864-1512	17,25b	16,38a	2,48b	2,23a	29,00a	32,70a	30,84a
CT5(12)C864-3532	13,63c	16,71a	2,33c	2,20a	23,17b	29,45a	21,05b
CT5(13)C864-1233	14,50c	12,00a	2,31c	2,10a	29,50a	35,68a	33,75a
CT5(14)1012-1551	23,50a	21,25a	2,54b	2,21a	26,88a	26,99a	20,20b
CT5(15)TD-2412	17,50b	14,92a	1,88d	2,05a	18,25b	12,05a	10,91b
CT5(16)THAI-3421	20,83a	13,50a	2,37b	2,48a	24,79b	32,19a	29,42a
CT5(17)THAI-5314	14,75c	11,50a	2,32c	2,28a	16,08b	26,81a	27,43a
CT5(18)THAI-5334	18,75a	15,50a	2,20c	2,37a	19,00b	36,34a	31,82a
CT5(19)THAI-5615	16,50b	12,00a	1,84d	2,28a	20,75b	30,13a	29,69a
CT5(20)THAI-2445	21,33a	17,75a	1,68e	2,36a	32,00a	45,76a	42,60a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji rata-rata bergesombol Scott-Knott 5%.

Tabel 8 Penampilan Karakter Biji

Nama Galur		Jumlah total biji (biji/tanaman)		Berat total biji (g)		Berat 100 biji (g)		Panjang biji (cm)		Lebar biji (cm)		Tebal biji (cm)	
CT5(01)C856-4242		57,00b		15,75c		2,90e		1,27b		0,83c		0,57f	
CT5(02)C856-2315		58,00b		13,51c		3,35c		1,31b		0,86b		0,62c	
CT5(03)C856-1635		74,50a		13,68c		3,11d		1,17b		0,83c		0,61d	
CT5(04)C856-3462		70,50a		17,02c		2,82e		1,29b		0,79d		0,58f	
CT5(05)C856-343		57,00b		11,60c		2,82e		1,23b		0,81c		0,55g	
CT5(06)C856-5145		97,50a		12,97c		2,63f		1,23b		0,77d		0,55g	
CT5(07)C864-1215		85,21a		28,71a		3,56b		1,30b		0,81c		0,60e	
CT5(08)C864-1433		76,79a		21,51b		3,44c		1,34b		0,77d		0,58f	
CT5(09)C864-4524		66,13b		18,23c		2,77e		1,23b		0,79d		0,57f	
CT5(10)C864-2564		76,83a		19,55b		3,80a		1,39a		0,87b		0,62c	
CT5(11)C864-1512		79,71a		21,23b		3,56b		1,37a		0,88a		0,63b	
CT5(12)C864-3532		78,00a		23,56b		2,80e		1,30b		0,85b		0,62c	
CT5(13)C864-1233		73,00a		20,33b		3,13d		1,39a		0,87b		0,61d	
CT5(14)1012-1551		72,83a		13,94c		2,88e		1,27b		0,81c		0,60e	
CT5(15)TD-2412		50,33b		8,43c		2,58f		1,17b		0,81c		0,60e	
CT5(16)THAI-3421		79,00a		17,31c		3,57b		1,52a		0,89a		0,65a	
CT5(17)THAI-5314		46,50b		16,43c		3,55b		1,54a		0,89a		0,63b	
CT5(18)THAI-5334		56,50b		18,38c		3,37c		1,48a		0,87b		0,60e	
CT5(19)THAI-5615		55,75b		16,71c		3,54b		1,49a		0,90a		0,65a	
CT5(20)THAI-2445		71,75a		27,93a		3,74a		1,45a		0,90a		0,64a	

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji rata-rata bergesombol Scott-Knott 5%.

Pada karakter panjang tandan terbagi menjadi 3 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 18,75 cm sampai dengan 23,50 cm, terdiri dari galur CT5(18)THAI-5334, CT5(10)C864-2564, CT5(16)THAI-3421, CT5(06)C856-5145, CT5(08)C864-1433, CT5(20)THAI-2445, CT5(14)1012-1551. Kelompok kedua dengan rentang nilai 16,00 cm sampai dengan 18,00 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(15)TD-2412, CT5(07)C864-1215, CT5(02)C856-2315, CT5(05)C856-343, CT5(09)C864-4524, CT5(19)THAI-5615, CT5(01)C856-4242. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 12,25 cm sampai dengan 14,75 cm, terdiri dari galur CT5(04)C856-3462, CT5(17)THAI-5314, CT5(13)C864-1233, CT5(12)C864-3532, dan CT5(03)C856-1635.

Pada karakter jumlah ruas terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 13,75 cm sampai dengan 15,50 cm, terdiri dari galur CT5(19)THAI-5615, CT5(17)THAI-5314, CT5(20)THAI-2445, CT5(11)C864-1512, CT5(04)C856-3462, CT5(09)C864-4524, CT5(01)C856-4242, CT5(05)C856-343, CT5(08)C864-1433, dan CT5(02)C856-2315. Kelompok kedua dengan rentang nilai 10,75 cm sampai dengan 13,25 cm, terdiri dari galur CT5(10)C864-2564, CT5(18)THAI-5334, CT5(03)C856-1635, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(15)TD-2412, CT5(13)C864-1233, CT5(07)C864-1215, CT5(06)C856-5145, dan CT5(14)1012-1551.

Pada karakter diameter ruas terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 1,34 cm sampai dengan 1,67 cm, terdiri dari galur CT5(19)THAI-5615, CT5(07)C864-1215, CT5(17)THAI-5314, CT5(20)THAI-2445, CT5(18)THAI-5334, CT5(16)THAI-3421, dan CT5(13)C864-1233. Kelompok kedua dengan rentang nilai 0,94 cm sampai dengan 1,29 cm, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(11)C864-1512, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(05)C856-343, CT5(14)1012-1551, CT5(02)C856-2315, CT5(08)C864-1433, CT5(06)C856-5145, CT5(03)C856-1635, CT5(09)C864-4524, CT5(01)C856-4242, dan CT5(04)C856-3462.

Pada karakter panjang tangkai daun terbagi menjadi 5 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan nilai 27,75 cm yaitu CT5(07)C864-1215. Kelompok kedua dengan rentang nilai 22,33 cm sampai dengan 25,25 cm, terdiri dari galur CT5(19)THAI-5615, CT5(12)C864-3532, CT5(11)C864-1512, CT5(13)C864-

1233, CT5(18)THAI-5334, CT5(16)THAI-3421, CT5(08)C864-1433, dan CT5(20)THAI-2445. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 22,33 cm sampai dengan 25,25 cm, terdiri dari galur CT5(05)C856-343, CT5(17)THAI-5314, CT5(10)C864-2564, CT5(03)C856-1635, CT5(02)C856-2315, dan CT5(09)C864-4524. Kelompok Keempat dengan rentang nilai 18,50 cm sampai dengan 19,38 cm, terdiri dari galur CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(04)C856-3462, dan CT5(06)C856-5145. Kelompok kelima dengan nilai 16,58 cm, terdiri dari galur CT5(14)1012-1551.

Pada karakter diameter tangkai daun terdiri dari 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 0,9 cm sampai dengan 1,08 cm, terdiri dari galur CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-2315, CT5(14)1012-1551, CT5(05)C856-343, CT5(13)C864-1233, dan CT5(09)C864-4524. Kelompok kedua dengan rentang nilai 0,75 cm sampai dengan 0,86 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(07)C864-1215, CT5(03)C856-1635, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(17)THAI-5314, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, dan CT5(06)C856-5145.

Pada karakter panjang helai daun terdiri dari 1 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 16,88 cm sampai dengan 25,13 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(07)C864-1215, CT5(03)C856-1635, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(17)THAI-5314, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, CT5(06)C856-5145, CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-2315, CT5(14)1012-1551, CT5(05)C856-343, CT5(13)C864-1233, CT5(09)C864-4524, dan CT5(20)THAI-2445.

Pada karakter lebar helai daun terdiri dari 1 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 0,77 cm sampai dengan 0,9 cm, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(16)THAI-3421, CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(07)C864-1215, CT5(03)C856-1635, CT5(10)C864-2564, CT5(15)TD-2412, CT5(01)C856-4242, CT5(17)THAI-5314, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, CT5(06)C856-5145, CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-

2315, CT5(14)1012-1551, CT5(05)C856-343, CT5(13)C864-1233, CT5(09)C864-4524, dan CT5(20)THAI-2445.

Pada karakter jumlah jari-jari daun (Tabel 6) terdiri dari 1 kelompok, dengan rentang nilai 8,46 sampai dengan 10,17 yang terdiri dari keseluruhan galur. Pada karakter panjang bunga terdiri dari 1 kelompok, dengan rentang nilai 11 sampai dengan 21,25. Pada Karakter panjang tangkai buah (Tabel 7) terdiri menjadi 5 kelompok. Kelompok pertama dengan nilai 3,05 cm yaitu galur CT5(02)C856-2315. Kelompok kedua dengan rentang nilai 2,37 cm sampai dengan 2,55 cm, terdiri dari galur CT5(06)C856-5145, CT5(07)C864-1215, CT5(08)C864-1433, CT5(11)C864-1512, CT5(14)1012-1551, CT5(01)C856-4242, dan CT5(16)THAI-3421. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 2,15 cm sampai dengan 2,33 cm, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(17)THAI-5314, CT5(13)C864-1233, CT5(10)C864-2564, CT5(04)C856-3462, CT5(03)C856-1635, CT5(18)THAI-5334, dan CT5(05)C856-343. Kelompok keempat dengan rentang nilai 1,84 cm sampai dengan 2 cm, terdiri dari galur CT5(09)C864-4524, CT5(15)TD-2412, dan CT5(19)THAI-5615. Kelompok kelima dengan nilai 1,68 cm yaitu galur CT5(20)THAI-2445.

Pada karakter panjang kapsul (Tabel 7) terbagi menjadi 1 kelompok, dengan rentang 1,9 cm sampai dengan 2,48 cm yang terdiri dari keseluruhan galur. Pada karakter jumlah buah terbagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 26,88 cm sampai dengan 33,13 cm, terdiri dari galur CT5(06)C856-5145, CT5(03)C856-1635, CT5(11)C864-1512, CT5(13)C864-1233, CT5(08)C864-1433, CT5(20)THAI-2445, CT5(14)1012-1551, dan CT5(07)C864-1215. Kelompok kedua dengan rentang nilai 16,08 cm sampai dengan 24,79 cm, terdiri dari galur CT5(16)THAI-3421, CT5(04)C856-3462, CT5(09)C864-4524, CT5(12)C864-3532, CT5(10)C864-2564, CT5(05)C856-343, CT5(01)C856-4242, CT5(19)THAI-5615, CT5(02)C856-2315, CT5(18)THAI-5334, CT5(15)TD-2412, dan CT5(17)THAI-5314.

Pada karakter berat buah (Tabel 7) terdiri dari 2 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 27,43 g sampai dengan 42,60 g, terdiri dari galur CT5(11)C864-1512, CT5(19)THAI-5615, CT5(16)THAI-3421, CT5(17)THAI-5314, CT5(10)C864-2564, CT5(18)THAI-5334, CT5(13)C864-1233,

CT5(08)C864-1433, CT5(06)C856-5145, CT5(07)C864-1215, dan CT5(20)THAI-2445. Kelompok kedua dengan rentang nilai 10,91 g sampai dengan 26,35 g, terdiri dari galur CT5(04)C856-3462, CT5(03)C856-1635, CT5(09)C864-4524, CT5(12)C864-3532, CT5(02)C856-2315, CT5(14)1012-1551, CT5(01)C856-4242, CT5(05)C856-343, dan CT5(15)TD-2412.

Pada karakter jumlah total biji (Tabel 8) terbagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 70,50 sampai dengan 97,50, terdiri dari galur CT5(03)C856-1635, CT5(13)C864-1233, CT5(14)1012-1551, CT5(20)THAI-2445, CT5(08)C864-1433, CT5(10)C864-2564, CT5(12)C864-3532, CT5(16)THAI-3421, CT5(11)C864-1512, CT5(07)C864-1215, CT5(06)C856-5145, dan CT5(04)C856-3462. Kelompok kedua dengan rentang nilai 46,5 sampai dengan 66,13, terdiri dari galur CT5(09)C864-4524, CT5(02)C856-2315, CT5(01)C856-4242, CT5(05)C856-343, CT5(18)THAI-5334, CT5(19)THAI-5615, CT5(15)TD-2412, dan CT5(17)THAI-5314.

Pada karakter berat total biji (Tabel 8) terdiri dari 3 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang 27,93 g sampai dengan 28,71 g, terdiri dari galur CT5(07)C864-1215 dan CT5(20)THAI-2445. Kelompok kedua dengan rentang 19,55 g sampai dengan 23,56 g, terdiri dari galur CT5(12)C864-3532, CT5(08)C864-1433, CT5(11)C864-1512, CT5(13)C864-1233, dan CT5(10)C864-2564. Kelompok kedua dengan rentang nilai 19,55 g sampai dengan 23,56 g, terdiri dari galur CT5(18)THAI-5334, CT5(09)C864-4524, CT5(16)THAI-3421, CT5(04)C856-3462, CT5(19)THAI-5615, CT5(17)THAI-5314, CT5(01)C856-4242, CT5(14)1012-1551, CT5(03)C856-1635, CT5(02)C856-2315, CT5(06)C856-5145, CT5(05)C856-343, dan CT5(15)TD-2412.

Pada karakter berat 100 biji (Tabel 8) terbagi menjadi 6 kelompok. Kelompok pertama dengan rentang nilai 3,74 g sampai dengan 3,80 g, terdiri dari galur CT5(20)THAI-2445 dan CT5(10)C864-2564. Kelompok kedua dengan rentang nilai 3,54 g sampai dengan 3,57 g, terdiri dari galur CT5(16)THAI-3421, CT5(07)C864-1215, CT5(11)C864-1512, CT5(17)THAI-5314, dan CT5(19)THAI-5615. Kelompok ketiga dengan rentang nilai 3,35 g sampai dengan 3,44 g, terdiri dari galur CT5(08)C864-1433, CT5(18)THAI-5334, CT5(02)C856-2315. Kelompok keempat dengan rentang nilai 3,11 g dan 3,13 g, terdiri dari galur

CT5(13)C864-1233 dan CT5(03)C856-1635. Kelompok kelima dengan rentang nilai 2,77 g sampai dengan 2,9 g, terdiri dari galur CT5(01)C856-4242, CT5(14)1012-1551, CT5(04)C856-3462, CT5(05)C856-343, CT5(12)C864-3532, dan CT5(09)C864-4524. Kelompok kelima dengan rentang nilai 2,58 g dan 2,63 g, terdiri dari galur CT5(06)C856-5145 dan CT5(15)TD-2412.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Keragaman Genetik

Berdasarkan analisis varians didapatkan variasi yang sangat nyata diantara galur untuk beberapa karakter. Keragaman dari suatu karakter didapatkan dari analisis varian. Hasil analisis varian yang berbeda nyata menunjukkan adanya keragaman. Jika terdapat keragaman, maka dapat dipisahkan kedalam keragaman genetik dan fenotip. Jika analisis varian tidak berbeda nyata menunjukkan tidak ada perbedaan maka tidak terdapat keragaman.

Hasil dari perhitungan diperoleh nilai varian genetik terdapat nilai negatif. Nilai varian negatif didapatkan karena hasil dari analisis varians yang tidak berbeda nyata. Nilai kuadrat tengah galat lebih besar dibandingkan nilai kuadrat tengah perlakuan. Rumus dari varians yaitu $\sigma^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}$. Hasil dari perhitungan yang dikuadratkan tidak mungkin didapatkan hasil yang bernilai negatif. Karena rumus dari varians genetik dan varians fenotip yang memiliki rumus penjumlahan dan pengurangan, maka didapatkanlah hasil yang bernilai negatif. Jadi sesuai dengan rumus varians hasil yang bernilai negatif dapat dianggap bernilai nol. Analisis varian yang tidak berbeda nyata menunjukkan adanya penerimaan hipotesis. H_0 yang diterima artinya nilai varian nol yang berarti keragamannya sama dengan nol.

Hasil perhitungan nilai KVG didapatkan nilai yang bervariasi (Tabel 4), mulai dari tinggi hingga rendah. Karakter yang memiliki nilai KVG tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji. Serupa dengan penelitian (Oleiwi *et al.*, 2016) nilai KVG tinggi didapatkan pada tinggi tanaman, panjang tandan primer, dan berat buah. Karakter yang memiliki nilai KVG sedang yaitu jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji,

panjang biji, lebar biji. Hasil yang serupa pada penelitian Rukhsar *et al.* (2018) didapatkan nilai KVG dan KVF yang berkriteria sedang hingga tinggi pada bobot 100 biji, biji pertanaman, dan jumlah kapsul pada tandan utama.

Nilai KVG sedang hingga tinggi menunjukkan tingkat keragaman genetik yang luas. Keragaman genetik yang luas membuat ruang lingkup untuk seleksi lebih besar, karena karakter yang memiliki nilai KVG sedang hingga tinggi memiliki karakter yang kurang dipengaruhi lingkungan (Begum, 2008). Keragaman genetik yang luas yaitu pada karakter tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji. Keragaman mengacu pada adanya perbedaan antar individu dalam populasi tanaman. Faktor yang mempengaruhi luas dan sempit nilai keragaman dipengaruhi oleh pengaruh genetik atau pengaruh lingkungan. Keragaman genetik yang luas dalam plasma nutfah membantu pemulia tanaman untuk membuat pilihan yang tepat, untuk memilih tetua dalam program pemuliaan tanaman (Acquaah, 2012).

Karakter yang memiliki nilai KVF tinggi yaitu tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang bunga, jumlah buah, berat tandan, berat buah, jumlah total biji, dan berat total biji. Karakter yang menunjukkan nilai KVF sedang yaitu diameter batang atas, panjang tandan, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, panjang tangkai buah, dan berat 100 biji. Serupa dengan hasil penelitian Golakia *et al.* (2007) didapatkan KVF yang sedang hingga tinggi pada karakter tinggi tanaman, panjang tandan, jumlah total biji, dan berat 100 biji.

Pada hasil penelitian keragaman pada jarak kepyar generasi 4 didapatkan hasil yang hampir serupa dengan generasi 5. Penelitian generasi 4 jarak kepyar menggunakan pendugaan nilai keragaman genetik metode Anderson dan Brancroft. Keragaman genetik luas didapatkan pada karakter tinggi tanaman, lebar daun, panjang tangkai daun, jumlah buah tandan utama, jumlah biji tandan utama, bobot kering biji per tanaman, lebar biji, dan tebal biji. Hasil yang didapatkan hampir sama dengan penelitian jarak kepyar generasi ke 5 (Prihardian, 2018).

Nilai KVG dan KVF yang didapatkan dari hasil analisis menunjukkan nilai KVF yang relatif sama dengan KVG, adapun beberapa karakter yang memiliki perbedaan nilai cukup jauh. Hasil KVG dan KVF yang memiliki nilai yang relatif sama menunjukkan bahwa ekspresi karakter kurang dipengaruhi oleh lingkungan dan lebih dipengaruhi faktor genetik. Jika nilai KVG dan KVF memiliki perbedaan nilai yang relatif lebih luas menunjukkan bahwa karakter lebih dipengaruhi oleh lingkungan (Golakia *et al.*, 2007).

4.2.2 Heritabilitas

Hasil analisis varians dari keseluruhan karakter yang tidak berbeda nyata, hanya diameter batang atas dan berat tandan. Hasil analisis yang tidak berbeda nyata pada suatu karakter secara statistik menunjukkan tidak ada keragaman pada karakter. Karakter yang memiliki keragaman rendah kurang efektif untuk dilakukan seleksi. Karakter yang memiliki nilai KVG dan KVF yang tinggi dan relatif sama menunjukkan pengaruh lingkungan dapat dikontrol dengan baik, dan ekspresi karakter kurang dipengaruhi oleh lingkungan dan lebih dipengaruhi faktor genetik. Karakter yang lebih dipengaruhi faktor genetik efektif untuk dilakukan seleksi.

Karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi (Tabel 5) yaitu panjang batang utama panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, jumlah buah berat buah, jumlah total biji berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, dan jumlah jari-jari daun. Karakter yang memiliki nilai sedang yaitu panjang helai daun. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa karakter ini diatur oleh faktor genetik dan seleksi pada karakter karakter tersebut akan efektif untuk seleksi (Dapke *et al.*, 2016).

Pada hasil penelitian heritabilitas pada jarak kepyar generasi 4 didapatkan hasil yang hampir serupa dengan generasi 5. Pada jarak kepyar generasi 4 dengan metode pendugaan heritabilitas yang sama, terdapat heritabilitas sedang yaitu pada karakter lebar daun, panjang tangkai daun, waktu berbunga, panjang kapsul, panjang tangkai buah, jumlah tandan per tanaman, bobot kering biji tandan utama, panjang biji, lebar biji, dan hasil per plot. Sedangkan karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi yaitu tinggi tanaman, jumlah buah tandan utama, jumlah biji

tandan utama, bobot kering biji per tanaman, dan umur panen (Prihardian, 2018). Cukup berbeda dengan hasil penelitian jarak kepyar generasi 5, yaitu hampir pada semua karakter pada generasi 5 memiliki heritabilitas yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya nilai heritabilitas bergantung pada populasi genetik yang digunakan, ukuran sampel, dan metode estimasi (Acquaah, 2012).

Hasil dari analisis terdapat nilai keragaman genetik yang luas dan sempit. Nilai keragaman genetik luas adalah yang memiliki nilai KVG yang berkriteria sedang hingga tinggi (Begum, 2008). Terdapat karakter yang memiliki nilai keragaman genetik yang luas dan heritabilitas yang tinggi. Karakter yang memiliki nilai keragaman genetik yang luas dan heritabilitas yang tinggi cukup efektif untuk seleksi. Keragaman genetik yang luas membuat ruang lingkup seleksi semakin besar dan heritabilitas yang tinggi pada suatu karakter memiliki kemampuan untuk mewariskan suatu karakter yang diinginkan dengan kemungkinan yang lebih tinggi (Begum, 2008). Pada karakter yang memiliki heritabilitas tinggi menunjukkan pengaruh genetik lebih dominan dibandingkan dengan pengaruh lingkungan sehingga faktor genetik lebih berpengaruh dalam penampilan suatu karakter (Ruchjaningsih, 2006).

4.3.4 Penampilan karakter hasil dan komponen hasil

Berdasarkan pengamatan tinggi tanaman, tanaman jarak kepyar memiliki variasi dalam tinggi tanaman. Pada tanaman jarak kepyar CT5 yang bertipe dwarf dari hasil penelitian memiliki rentang tinggi mulai dari 44 cm sampai dengan 85 cm. Jika tanaman jarak lebih tinggi dari 2m akan menyulitkan pada saat akan dipanen maka dari itu tipe pendek (dwarf) lebih efektif. Tanaman jarak kepyar yang terlalu tinggi juga rawan roboh karena terkena angin (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977). Masalah tinggi tanaman dapat diatasi dengan digunakannya tanaman jarak tipe dwarf (Oswalt *et al.*, 2014). Dari hasil penelitian tanaman jarak hasil penelitian memiliki tinggi 44 cm-85 cm, yang dapat digolongkan kedalam tipe dwarf.

Pada karakter jumlah buah terbagi menjadi 2 kelompok (Tabel 6). Kelompok pertama dengan rentang nilai 26,88 sampai dengan 33,13 dan Kelompok kedua dengan rentang nilai 16,08 sampai dengan 24,79. Tanaman jarak kepyar dalam 1 tandan dapat mencapai 15 sampai dengan 80 biji (Robin *et al.*, 2017). Pada karakter panjang dan lebar biji. Panjang biji memiliki 2 kelompok dengan rentang

nilai kelompok pertama 1,54 cm sampai dengan 1,37 cm dan rentang nilai kelompok kedua 1,17 cm sampai dengan 1,31 cm. Pada lebar biji terdapat 4 kelompok dengan rentang nilai 0,77 cm sampai dengan 0,9 cm. Ukuran biji sangat bervariasi mulai dari yang terkecil hingga terbesar. Ukuran benih terkecil yaitu 7,05 mm X 5,30 mm sedangkan yang terbesar berukuran 20,95 mm X 13,50 mm (Kulkarni and Ramanamurthy, 1977).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Karakter yang memiliki nilai KVG sedang hingga tinggi memiliki nilai keragaman genetik yang tinggi. Karakter-karakter yang memiliki keragaman genetik yang luas yaitu karakter tinggi tanaman, panjang batang utama, panjang tandan, panjang bunga, jumlah buah, berat buah, jumlah total biji, berat total biji, diameter batang atas, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, panjang helai daun, lebar helai daun, panjang tangkai buah, panjang kapsul, berat 100 biji, panjang biji, dan lebar biji.
2. Pendugaan nilai heritabilitas hasil dari analisis menunjukkan heritabilitas tinggi pada 20 karakter, Panjang helai daun karakter bernilai heritabilitas sedang dan diameter batang atas dan berat tandan karakter yang bernilai heritabilitas rendah. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi yaitu panjang batang utama, panjang tandan, jumlah ruas, diameter ruas, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, lebar helai daun, panjang bunga, panjang tangkai buah, panjang kapsul, jumlah buah berat buah, jumlah total biji berat total biji, berat 100 biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, dan jumlah jari-jari daun. Seleksi akan efektif dilakukan pada karakter-karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada keragaman dan heritabilitas karakter jarak kepyar generasi selanjutnya agar diketahui apakah ada peningkatan keragaman dan heritabilitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. 2007. Principles of Plant Genetics and Breeding: Second Edition. Blackwell Publishing.
- Althaus, R. A., M.G, Canteri and E.A, Giglioti. 2000. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica, Parte 1, Ponta Grossa, p. 280 - 281.
- Amazon. 2017. Castor bean. <https://www.amazon.co.uk/Castor-Oil-Litre-Pure-Pressed/dp/B01MTKJFAF> (verified 22 November 2017).
- Auld, D.L., M.D. Zanolto, T. McKeon, and J.B. Morris. 2009. Oil Crops. Handbook of Plant Breeding. In Oil Crops. Handbook of Plant Breeding.
- Avidov, A., and A. Lerner. 2010. Polyploid castor plants, compositions derived therefrom and uses of same. Available at <https://www.google.com/patents/US20100251397>.
- Begum, S. Z. 2008. Evaluation of genotypes for genetic divergence and fusarium wilt resistance in castor (*Ricinus communis* L.). Hyderabad: University Rajendranagar.
- Bhatt, D., and T.P. Reddy. 1981. Correlations and path analysis in castor (*Ricinus communis*). Canadian Journal of Genetics and Cytology 23(3): 525–531. Available at <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/g81-058#.VhZ9hStBljO>.
- Castor Forum. 2016. Developing the castor oil. Jamaica Promot. Corp.
- Chakrabarty S.K., C. Lavanya, and N. Mukta. 2003. Draft National Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Castor (*Ricinus communis* L.). Directorate of Oilseeds Research, India.
- Dapke, J. 2016. Genetic variability in castor (*Ricinus communis* L.). European Journal of Biotechnology and Bioscience. Online ISSN 4(4): 2321–9122.
- FAOSTAT. 2017. Data production castor bean. Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (verified 22 November 2017).
- Geneva. 2016. International Union for the Protection of New Varieties of Plants: Castor Bean. Agricultural Crops. Mexico.
- Golakia, P.R., R.H. Kavani, and B.A. Monpara. 2007. Genetic Variation and Trait Relationship in Castor. Natnl. J. Pl. Improv. 9(1): 60–62.
- Gui, M.M., K.T. Lee, and S. Bhatia. 2008. Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. Journal Energy 33(11): 1646–1653.
- Halilu, A. 2013. Genetic variability, genetic gain and relationships of yield and yield components in castor (*Ricinus communis* L.). Journal Biosciences 7(5): 33–40.

- Jena, J. and Gupta, A. K. 2012. *Ricinus communis* linn: A phytopharmacological review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 4(4), 25–29.
- Kadi, A. 2007. Manipulasi poliploid untuk memperoleh jenis baru yang unggul jenis baru yang unggul. Jurnal Oseana. 32(4): 1–11.
- Kallamadi, P.R., V.P.R.G.R. Nadigatla, and S. Mulpuri. 2015. Molecular diversity in castor (*Ricinus communis* L.). Industrial Crops and Products. 66: 271–281. Available at <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669014008401>.
- Kulkarni, L.G. and G. V. Ramanamurthy. 1977. Castor. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.
- Kumar, S., M. P., Chauhan, A., Tomar, and R. K. Kasana. 2018. Coefficient of variation (GCV & PCV), heritability and genetic advance analysis for yield contributing characters in rice (*Oryza Sativa* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(3), 2161–2164.
- USDA. 2017. Castor bean (*Ricinus communis* L.). Available at <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=rico3> (verified 22 November 2017).
- Nielsen, F., and J. De Jongh. 2011. Castor (*Ricinus communis*). FACT Foundation.
- Ogunniyi, D.S. 2006. Castor oil: A vital industrial raw material. Bioresource Technology 97(9): 1086–1091.
- Olewi, A.M., M.M. Elsayhookie, and L.I. Mohammed. 2016. Performance of castor bean selects in saline sodic soil. International Journal of Applied Agricultural Sciences 2(4): 64–68.
- Oswalt, J.S., J.M. Rieff, L.S. Severino, D.L. Auld, C.W. Bednarz, and G.L. Ritchie. 2014. Plant height and seed yield of castor (*Ricinus communis* L.) sprayed with growth retardants and harvest aid chemicals. Industrial Crops and Products. 61: 272–277. Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.006>.
- Patel, J.R. 2010. Genetic variability and correlation studies in castor (*Ricinus communis* L.). International Journal of Agricultural Sciences. 6(1): 2010.
- Patel, J.K., and P.C. Patel. 2014. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield components in castor (*Ricinus communis* L.) genotypes. International Journal Of Plant Sciences 9(2): 385–388.
- Paul, E., and E. Alpacas. 2008. Castor oil plant. Trade Journal. (57): 48–49. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-58149314047&partnerID=tZOtx3y1>.
- Prihardian, K.W. 2018. Keragaman genetik dan heritabilitas pada berbagai komponen hasil dan hasil tanaman jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) generasi ke-4 (CT4). Universitas Brawijaya.
- Robin, D. G. C., M. R. N., Smith, and D. L, Simpson . 2017. Castor bean production. Jamaica Castor Industry Association (JAMPRO Building).
- Ruchjaningsih. 2006. Efek mulsa terhadap penampilan fenotipik dan parameter

genetik pada 13 genotip kentang di lahan sawah dataran medium Jatinangor. Jurnal Hortikultura, 16(4), 290–298.

- Rukhsar, Patel, M. P., Parmar, D. J., and Kumar, S. 2018. Genetic variability, character association and genetic divergence studies in castor (*Ricinus communis* L.). Journal of Agrarian Science, 16(2), 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.02.004>
- Saadaoui, E., J.J. Martín-Gómez, N. Ghazel, K.B. Yahia, N. Tlili, and E. Cervantes. 2017. Genetic variation and seed yield in Tunisian castor bean (*Ricinus communis* L.). Journal of Botanical Sciences 95(2): 1–11.
- Salihu, B.Z., A.K. Gana, and B.O. Apuyor. 2014. Castor oil plant (*Ricinus communis* L.): botany, ecology and uses. International Journal of Science and Research 3(5): 1333–1341.
- Santoso, B.B., I.W. Sudika, I.K.D. Jaya, dan I.G.P.M. Aryana. 2014. Hasil biji dan kadar minyak jarak kepyar lokal Beaq Amor (*Ricinus communis* L.) pada berbagai umur pemangkasan batang utama. Jurnal Agronomi Indonesia. 42(3): 244–249.
- Sarwar, G. and M.B. Chaudhry. 2008. Short communication. Evaluation of castor (*Ricinus communis* L.) induced mutants for possible selection in the improvement of seed yield. Spanish Journal of Agricultural Research 6(4): 629–634.
- Sarwar, G., H.M.H. Ahmed, and J. Hussain. 2010. Evaluation of castorbean (*Ricinus communis* L.) mutants for genetic parameters and cluster analysis. Journal Agricultural Research 48(3): 289–302. Available at http://jar2013.jar.com.pk/upload/1363623124_82_34_289Paper-No.3.pdf.
- Scholz, V. and J.N. da Silva. 2008. Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. Journal Biomass and Bioenergy 32(2): 95–100.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudary, 1985. Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis. Kalyani Publishers. Indiana New Delhi. 304p.
- Stansfield, W.D. and S.L. Elrod. 2002. Theory And Problems Genetics 3th Edition. Schaum's outline. USA: Mc Grew-Hill Inc.
- Sudarmadji, R. Mardjono dan H. Sudarmo. 2007. Keragaman genetik, heritabilitas, dan korelasi genotipik sifat-sifat penting tanaman wijen. Jurnal Litri. 13 (3): 88–92.
- Sulistianingsih, R., Z.A., Suyanto dan N. E., Anggia. 2004. Peningkatan kualitas anggrek dendrobium hibrida dengan pemberian kolkhisin. Jurnal Ilmu Pertanian 11(1): 13–21. Available at http://agrisci.ugm.ac.id/vol11_1/no3_dendrobium.pdf.
- Widodo, W. 2007. Seri Budidaya Jarak Kepyar, Tanaman Penghasil Minyak Kastor Untuk Berbagai Industri. Yogyakarta: Kanisius.
- Wiendra, N. M. S. 2011. Pemberian kolkhisin dengan lama perendaman berbeda pada induksi poliploidi tanaman pacar air (*Impatiens balsamina* L.). Jurnal Biologi, XV(1), 9–14.

World Weather Online. 2018. Kepuharjo monthly climate averages. Retrieved July 25, 2018, from <https://www.worldweatheronline.com/kepuharjo-weather-averages/east-java/id.aspx>

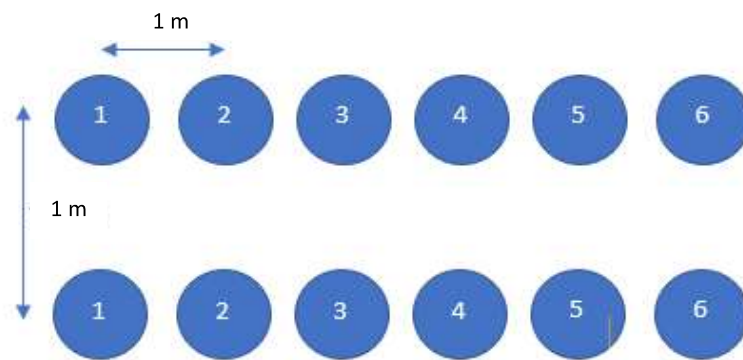


LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah



Lampiran 2 Denah per plot



Lampiran 3 Perhitungan dosis pupuk

- Luas lahan $20 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m}^2 = 240 \text{ m}^2$
- Jarak tanam $100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$
- Jumlah tanaman = 240 tanaman
- Rekomendasi pupuk Urea adalah 130 kg ha^{-1}

$$\begin{aligned}\text{Dosis pupuk} &= 130 \text{ kg ha}^{-1} = \frac{130000 \text{ g}}{10000 \text{ m}^2} \\ &= 13 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 1 tanaman} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Dosis pupuk per tanaman} = \frac{13 \text{ g/m}^2}{1 \text{ m}^2} = 13 \text{ g per tanaman}$$

- Rekomendasi pupuk SP36 adalah $37,5 \text{ kg ha}^{-1}$

$$\begin{aligned}\text{Dosis pupuk} &= 37,5 \text{ kg ha}^{-1} = \frac{37500 \text{ g}}{10000 \text{ m}^2} \\ &= 3,75 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 1 tanaman} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Dosis pupuk per tanaman} = \frac{3,75 \text{ g/m}^2}{1 \text{ m}^2} = 3,75 \text{ g per tanaman}$$

- Rekomendasi pupuk KCl adalah $66,7 \text{ kg ha}^{-1}$

$$\begin{aligned}\text{Dosis pupuk} &= 66,7 \text{ kg ha}^{-1} = \frac{66700 \text{ g}}{10000 \text{ m}^2} \\ &= 6,67 \text{ g/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas 1 tanaman} &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Dosis pupuk per tanaman} = \frac{6,67 \text{ g/m}^2}{1 \text{ m}^2} = 6,67 \text{ g per tanaman}$$

Lampiran 4 Analisis varian

Tinggi tanaman

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	590,34	590,34	6,34	4,38
Nama Galur	19	7074,56	372,35	4,00**	2,16
Galat	19	1768,34	93,07		
Total	39	9433,23	241,88		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 93,07$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{372,35 - 93,07}{19}$$

$$= 139,64$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 93,07 + 139,64$$

$$= 232,71$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{139,64}{139,64 + 93,07}$$

$$= 0,6$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{232,71}}{67,82} \times 100\%$$

$$= 22,49$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{139,64}}{67,82} \times 100\%$$

$$= 17,42$$

Diameter batang atas

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,23	0,23	9,97	4,38
Nama Galur	19	0,60	0,03	1,39	2,16
Galat	19	0,43	0,02		
Total	39	1,26	0,03		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,02$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,03 - 0,02}{19}$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,02 + 0$$

$$= 0,03$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0}{0+0,02}$$

$$= 0,16$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,03}}{1,19} \times 100\%$$

$$= 13,81$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,00}}{1,19} \times 100\%$$

$$= 5,6$$

Panjang batang utama

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	227,61	227,61	3,21	4,38
Nama Galur	19	6341,07	333,74	4,70**	2,16
Galat	19	1349,24	71,01		
Total	39	7917,92	203,02		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 71,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{333,74 - 71,01}{2}$$

$$= 131,36$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 71,01 + 131,36$$

$$= 202,38$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{131,36}{131,36 + 71,01}$$

$$= 0,65$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

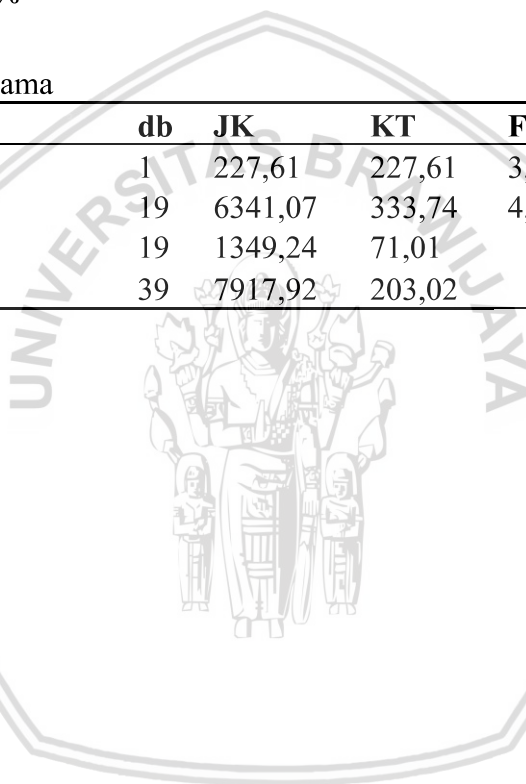
$$= \frac{\sqrt{202,38}}{49,71} \times 100\%$$

$$= 28,62$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{131,36}}{49,71} \times 100\%$$

$$= 23,05$$



Panjang tandan

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	16,58	16,58	6,23	4,38
Nama Galur	19	322,11	16,95	6,37**	2,16
Galat	19	50,57	2,66		
Total	39	389,26	9,98		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 2,66$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{16,95 - 2,66}{2}$$

$$= 7,15$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 2,66 + 7,15$$

$$= 9,81$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{7,15}{7,15 + 2,66}$$

$$= 0,73$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{9,81}}{17,68} \times 100\%$$

$$= 17,71$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{7,15}}{17,68} \times 100\%$$

$$= 15,12$$

Jumlah ruas

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,08	0,08	0,15	4,38
Nama Galur	19	47,56	2,50	4,82**	2,16
Galat	19	9,86	0,52		
Total	39	57,49	1,47		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,52$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{2,50 - 0,52}{2}$$

$$= 0,99$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,52 + 0,99$$

$$= 1,51$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,99}{0,99 + 0,52}$$

$$= 0,66$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{1,51}}{13,56} \times 100\%$$

$$= 9,06$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,99}}{13,56} \times 100\%$$

$$= 7,34$$

Diameter ruas

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,16	0,16	6,64	4,38
Nama Galur	19	1,60	0,08	3,54**	2,16
Galat	19	0,45	0,02		
Total	39	2,20	0,06		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,02$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - Kte}{r}$$

$$= \frac{0,08 - 0,02}{2}$$

$$= 0,03$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,02 + 0,03$$

$$= 0,05$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,03}{0,03 + 0,02}$$

$$= 0,56$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

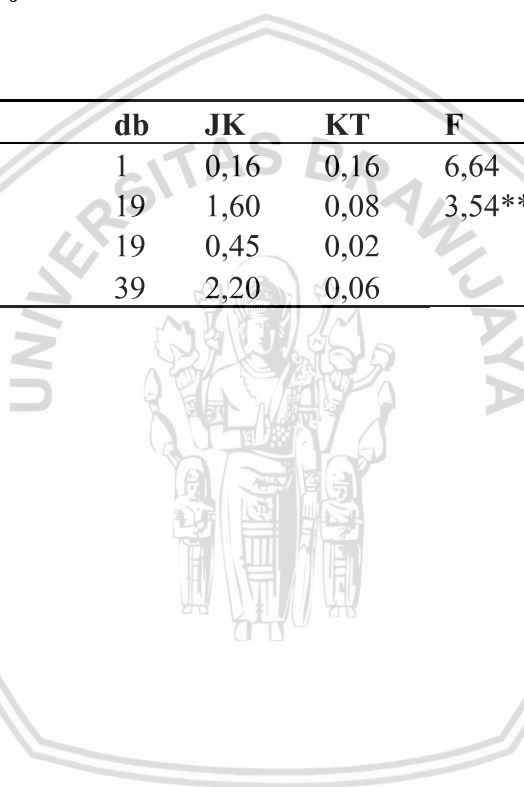
$$= \frac{\sqrt{0,05}}{1,25} \times 100\%$$

$$= 18,5$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,03}}{1,25} \times 100\%$$

$$= 13,84$$



Panjang tangkai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	1,88	1,88	2,72	4,38
Nama Galur	19	276,02	14,53	21,03**	2,16
Galat	19	13,12	0,69		
Total	39	291,02	7,46		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,69$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{14,53 - 0,69}{2}$$

$$= 6,92$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,69 + 6,92$$

$$= 7,61$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{6,92}{6,92 + 0,69}$$

$$= 0,91$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{7,61}}{21,86} \times 100\%$$

$$= 12,62$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{6,92}}{21,86} \times 100\%$$

$$= 12,03$$

Diameter tangkai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,05	0,05	9,14	4,38
Nama Galur	19	0,38	0,02	3,68**	2,16
Galat	19	0,10	0,01		
Total	39	0,53	0,01		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,02 - 0,01}{2}$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,01 + 0,01$$

$$= 0,01$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{0,01}{0,01 + 0,01} = 0,57$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,01}}{0,86} \times 100\% = 13,08$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,01}}{0,86} \times 100\% = 9,9$$

Panjang helai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	52,71	52,71	11,38	4,38
Nama Galur	19	222,20	11,69	2,52*	2,16
Galat	19	88,02	4,63		
Total	39	362,94	9,31		

$$\sigma_e^2 = KTe = 4,63$$

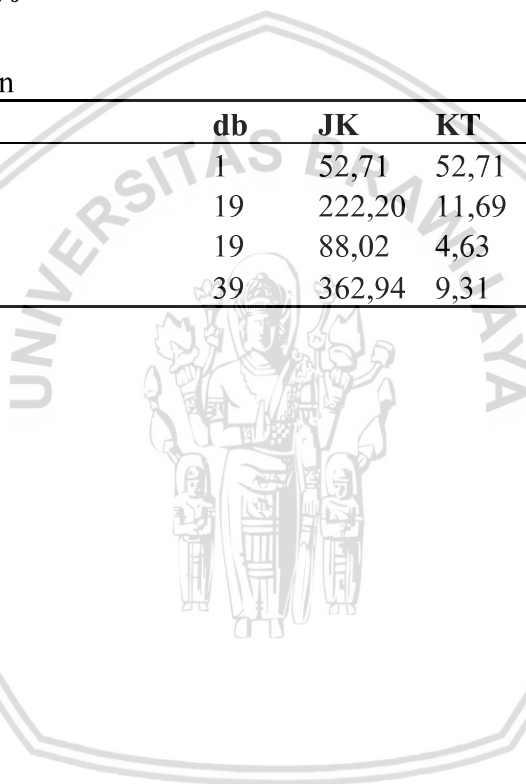
$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r} = \frac{11,69 - 4,63}{2} = 3,53$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2 = 4,63 + 3,53 = 8,16$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{3,53}{3,53 + 4,63} = 0,43$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{8,16}}{20,84} \times 100\% = 13,71$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{3,53}}{20,84} \times 100\% = 9,02$$



Lebar helai daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	6,81	6,81	4,43	4,38
Nama Galur	19	330,21	17,38	11,32**	2,16
Galat	19	29,18	1,54		
Total	39	366,19	9,39		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 1,54$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{17,38 - 1,54}{19}$$

$$= 7,92$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 1,54 + 7,92$$

$$= 9,46$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{7,92}{7,92 + 1,54}$$

$$= 0,84$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{9,46}}{31,96} \times 100\%$$

$$= 9,62$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{7,92}}{31,96} \times 100\%$$

$$= 8,81$$

Jumlah jari-jari daun

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,83	0,83	7,63	4,38
Nama Galur	19	6,11	0,32	2,97*	2,16
Galat	19	2,06	0,11		
Total	39	8,99	0,23		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,11$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,32 - 0,11}{19}$$

$$= 0,11$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,11 + 0,11$$

$$= 0,21$$



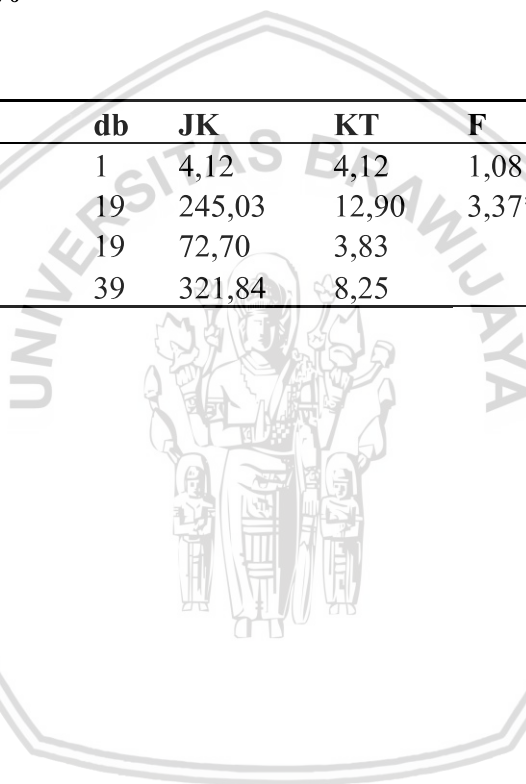
$$\begin{aligned}
 H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\
 &= \frac{0,11}{0,11 + 0,11} \\
 &= 0,5 \\
 KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,21}}{9,25} \times 100\% \\
 &= 5,01 \\
 KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,11}}{9,25} \times 100\% \\
 &= 3,53
 \end{aligned}$$

Panjang bunga

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	4,12	4,12	1,08	4,38
Nama Galur	19	245,03	12,90	3,37**	2,16
Galat	19	72,70	3,83		
Total	39	321,84	8,25		

$$\begin{aligned}
 \sigma_e^2 &= KTe \\
 &= 3,83 \\
 \sigma_g^2 &= \frac{KTg - KTe}{r} \\
 &= \frac{12,9 - 3,83}{2} \\
 &= 4,54 \\
 \sigma_f^2 &= \sigma_e^2 + \sigma_g^2 \\
 &= 3,83 + 4,54 \\
 &= 8,36 \\
 H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\
 &= \frac{4,54}{4,54 + 3,83} \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{8,36}}{14,28} \times 100\% \\
 &= 20,25 \\
 KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{4,54}}{14,28} \times 100\% \\
 &= 14,91
 \end{aligned}$$



Panjang tangkai buah

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,04	0,04	4,55	4,38
Nama Galur	19	3,36	0,18	23,00**	2,16
Galat	19	0,15	0,01		
Total	39	3,54	0,09		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,18 - 0,01}{19}$$

$$= 0,008$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,01 + 0,008$$

$$= 0,018$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,008}{0,008 + 0,01}$$

$$= 0,44$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\frac{x}{2,28}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,018}}{2,28} \times 100\%$$

$$= 13,3$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\frac{x}{2,28}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,008}}{2,28} \times 100\%$$

$$= 12,73$$

Panjang kapsul

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,01	0,01	0,64	4,38
Nama Galur	19	0,75	0,04	3,40**	2,16
Galat	19	0,22	0,01		
Total	39	0,97	0,02		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,04 - 0,01}{19}$$

$$= 0,001$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,01 + 0,001$$

$$= 0,011$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{0,01}{0,01 + 0,01} = 0,55$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,03}}{2,18} \times 100\% = 7,32$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,01}}{2,18} \times 100\% = 5,41$$

Jumlah buah

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,14	0,14	0,01	4,38
Nama Galur	19	870,98	45,84	3,02*	2,16
Galat	19	288,27	15,17		
Total	39	1159,39	29,73		

$$\sigma_e^2 = KTe = 15,17$$

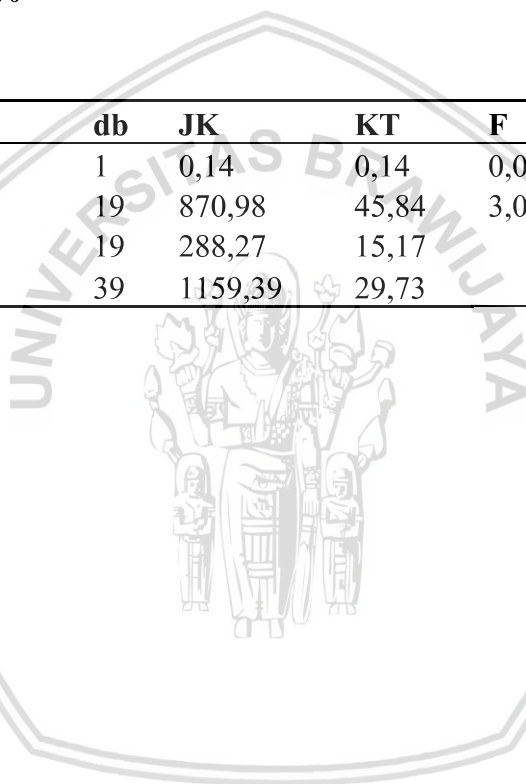
$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - Kte}{r} = \frac{45,84 - 15,17}{2} = 15,33$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2 = 15,17 + 15,33 = 30,51$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} = \frac{15,33}{15,33 + 15,17} = 0,51$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{30,51}}{24,55} \times 100\% = 22,5$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% = \frac{\sqrt{15,33}}{24,55} \times 100\% = 15,95$$



Berat tandan

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	15,86	15,86	0,14	4,38
Nama Galur	19	2076,73	109,30	0,96	2,16
Galat	19	2160,71	113,72		
Total	39	4253,30	109,06		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 113,72$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{109,3 - 113,72}{2}$$

$$= -2,21$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 113,72 + -2,21$$

$$= 111,51$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{-2,21}{-2,21 + 113,72}$$

$$= -0,02$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{111,51}}{30,64} \times 100\%$$

$$= 34,46$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{-2,21}}{30,64} \times 100\%$$

$$= 4,85$$

Berat buah

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	19,69	19,69	1,03	4,38
Nama Galur	19	2199,99	115,79	6,04**	2,16
Galat	19	364,33	19,18		
Total	39	2584,02	66,26		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 19,18$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{115,79 - 19,18}{2}$$

$$= 48,31$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 19,18 + 48,31$$

$$= 67,48$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{48,31}{48,31 + 19,18}$$

$$= 0,72$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{67,48}}{27,57} \times 100\%$$

$$= 29,79$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{48,31}}{27,57} \times 100\%$$

$$= 25,21$$

Jumlah total biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	115,03	115,03	1,89	4,38
Nama Galur	19	6333,66	333,35	5,48**	2,16
Galat	19	1155,87	60,84		
Total	39	7604,56	194,99		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 60,84$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{333,35 - 60,84}{2}$$

$$= 136,26$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 60,84 + 136,26$$

$$= 197,09$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{136,26}{136,26 + 60,84}$$

$$= 0,69$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

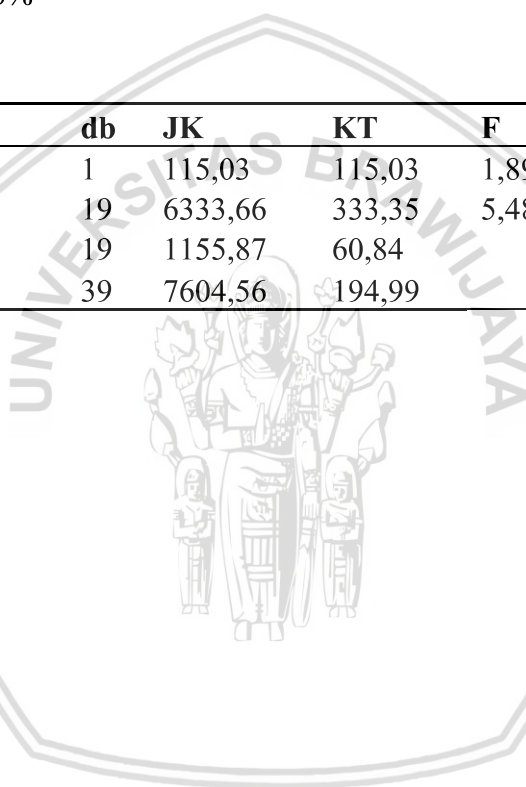
$$= \frac{\sqrt{197,09}}{69,14} \times 100\%$$

$$= 20,3$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{136,26}}{69,14} \times 100\%$$

$$= 16,88$$



Berat total biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	11,57	11,57	1,56	4,38
Nama Galur	19	997,01	52,47	7,08**	2,16
Galat	19	140,88	7,41		
Total	39	1149,46	29,47		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 7,41$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{52,47 - 7,41}{19}$$

$$= 22,53$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 7,41 + 22,53$$

$$= 29,94$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{22,53}{22,53 + 7,41}$$

$$= 0,75$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{29,94}}{17,84} \times 100\%$$

$$= 30,68$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{22,53}}{17,84} \times 100\%$$

$$= 26,61$$

Berat 100 biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,01	0,01	1,69	4,38
Nama Galur	19	5,89	0,31	73,69**	2,16
Galat	19	0,08	0,00		
Total	39	5,98	0,15		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,31 - 0}{19}$$

$$= 0,15$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0 + 0,15$$

$$= 0,16$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,15}{0,15 + 0}$$

$$= 0,97$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,16}}{3,19} \times 100\%$$

$$= 12,41$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,15}}{3,19} \times 100\%$$

$$= 12,24$$

Panjang biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,00	0,00	0,97	4,38
Nama Galur	19	0,49	0,03	5,97**	2,16
Galat	19	0,08	0,00		
Total	39	0,58	0,01		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,03 - 0}{2}$$

$$= 0,01$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0 + 0,01$$

$$= 0,02$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,01}{0,01 + 0}$$

$$= 0,71$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\%$$

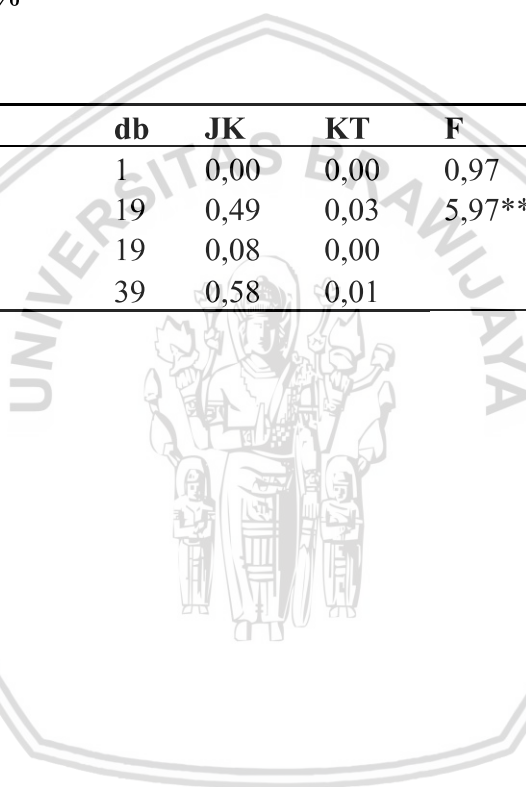
$$= \frac{\sqrt{0,02}}{1,34} \times 100\%$$

$$= 9,22$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,01}}{1,34} \times 100\%$$

$$= 7,78$$



Lebar biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,00	0,00	3,67	4,38
Nama Galur	19	0,07	0,00	24,57**	2,16
Galat	19	0,00	0,00		
Total	39	0,08	0,00		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

$$= \frac{0,00 - 0,00}{19}$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,00 + 0,00$$

$$= 0,00$$

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$$= \frac{0,00}{0,00 + 0,00}$$

$$= 0,92$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,00}}{0,84} \times 100\%$$

$$= 5,32$$

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,00}}{0,84} \times 100\%$$

$$= 5,11$$

Tebal biji

Sumber Ragam	db	JK	KT	F	F tab 5%
Ulangan	1	0,00	0,00	0,36	4,38
Nama Galur	19	0,03	0,00	63,08**	2,16
Galat	19	0,00	0,00		
Total	39	0,03	0,00		

$$\sigma_e^2 = KTe$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_g^2 = \frac{KTg - KTe}{r}$$

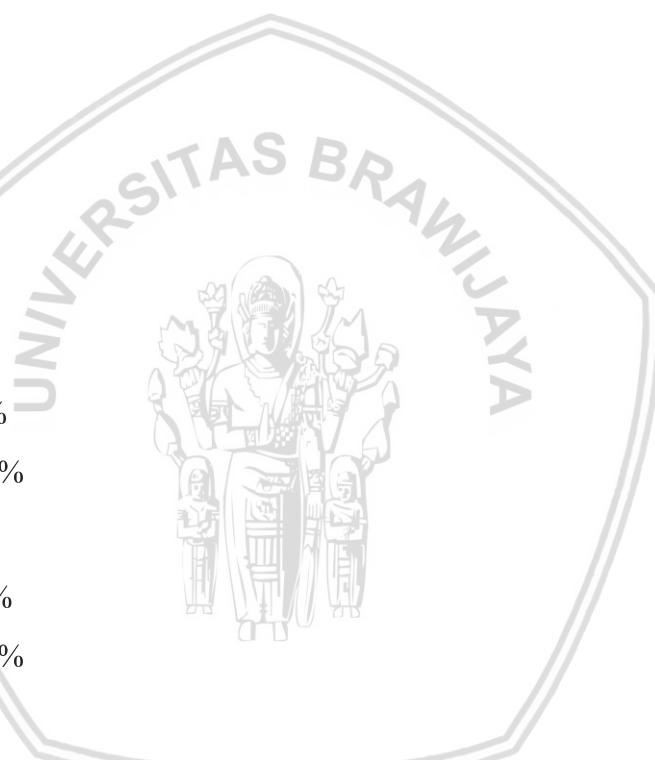
$$= \frac{0,00 - 0,00}{19}$$

$$= 0,00$$

$$\sigma_f^2 = \sigma_e^2 + \sigma_g^2$$

$$= 0,00 + 0,00$$

$$= 0,00$$



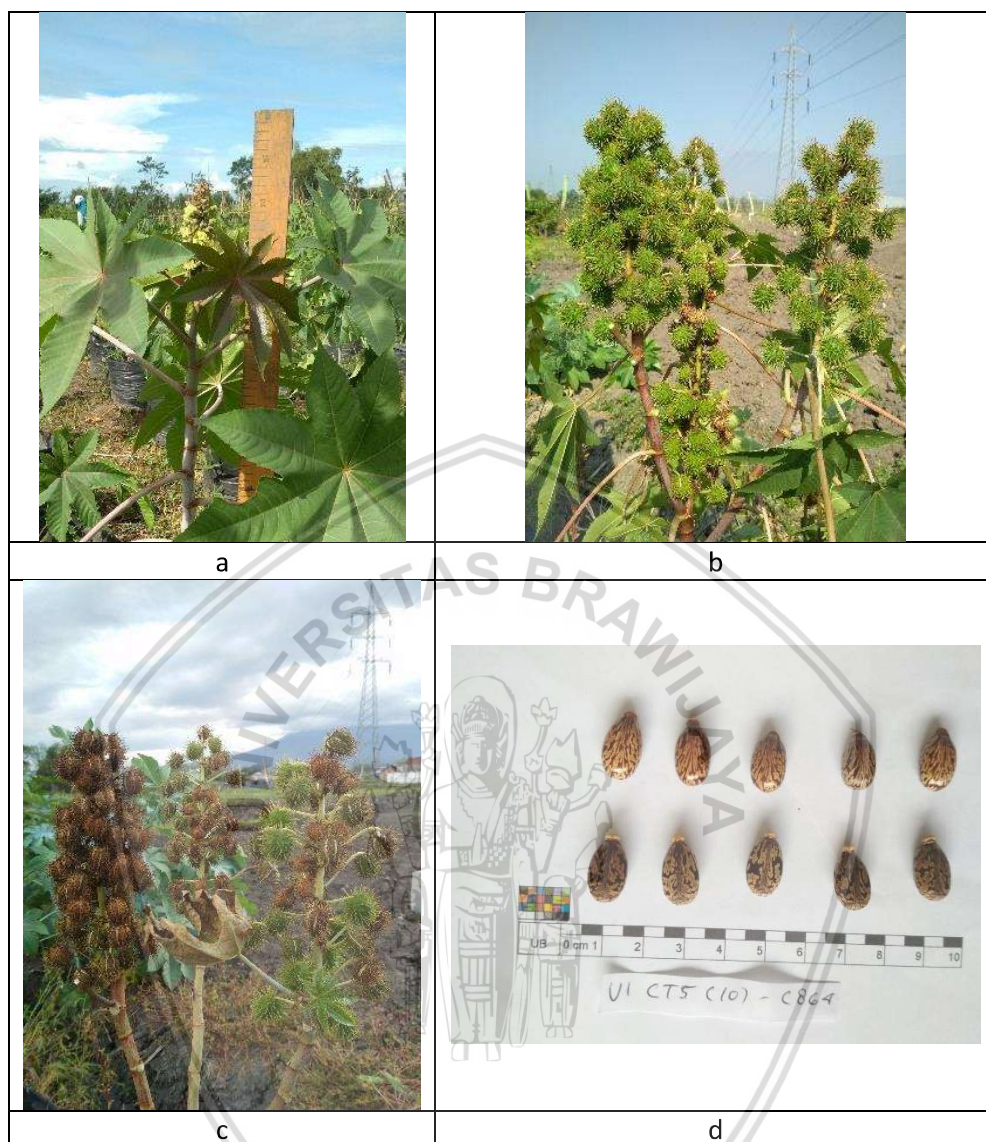
$$\begin{aligned} H &= \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \\ &= \frac{0,00}{0,00 + 0,00} \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KVF &= \frac{\sqrt{\sigma_f^2}}{X} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,00}}{0,6} \times 100\% \\ &= 4,97 \end{aligned}$$

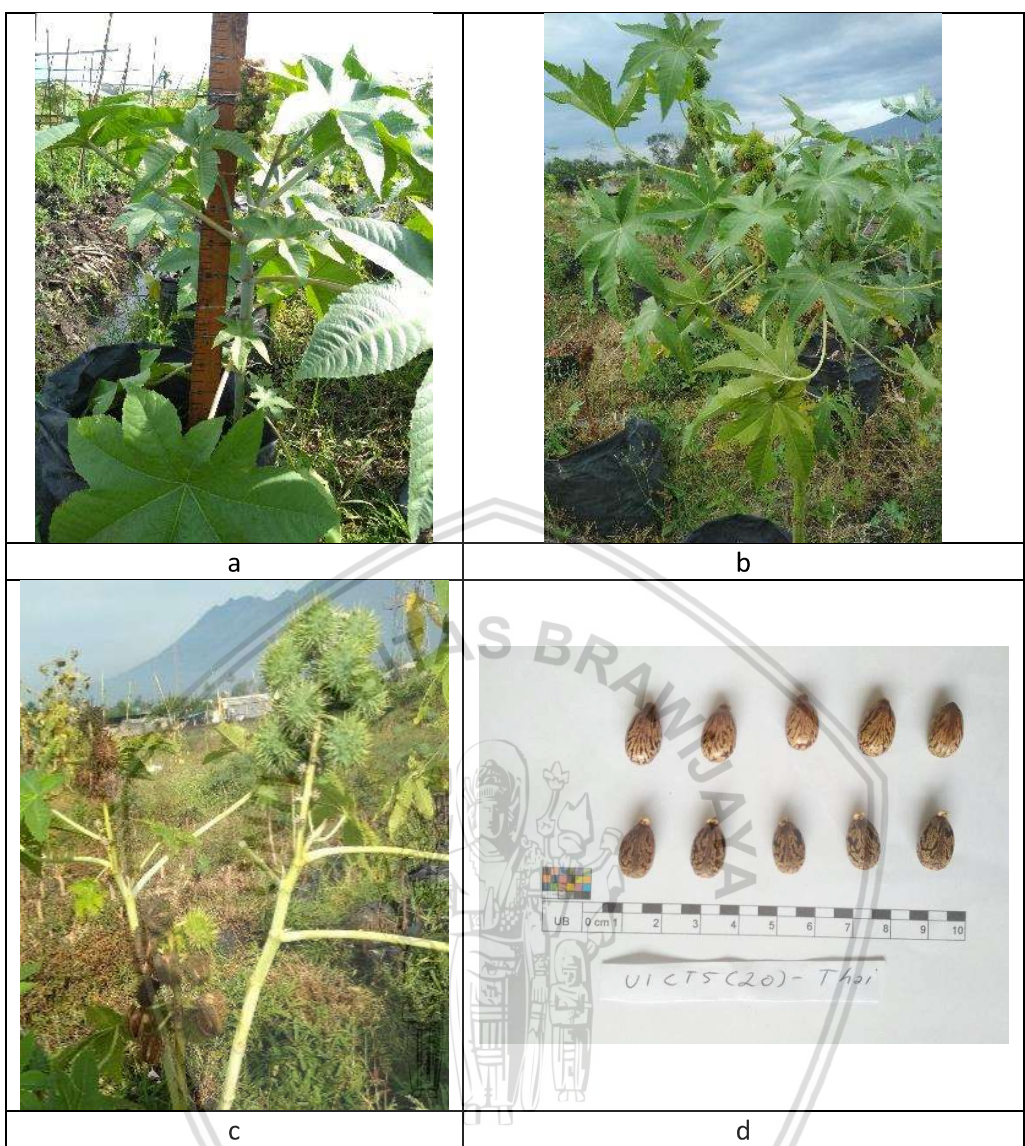
$$\begin{aligned} KVG &= \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{X} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,00}}{0,60} \times 100\% \\ &= 4,89 \end{aligned}$$



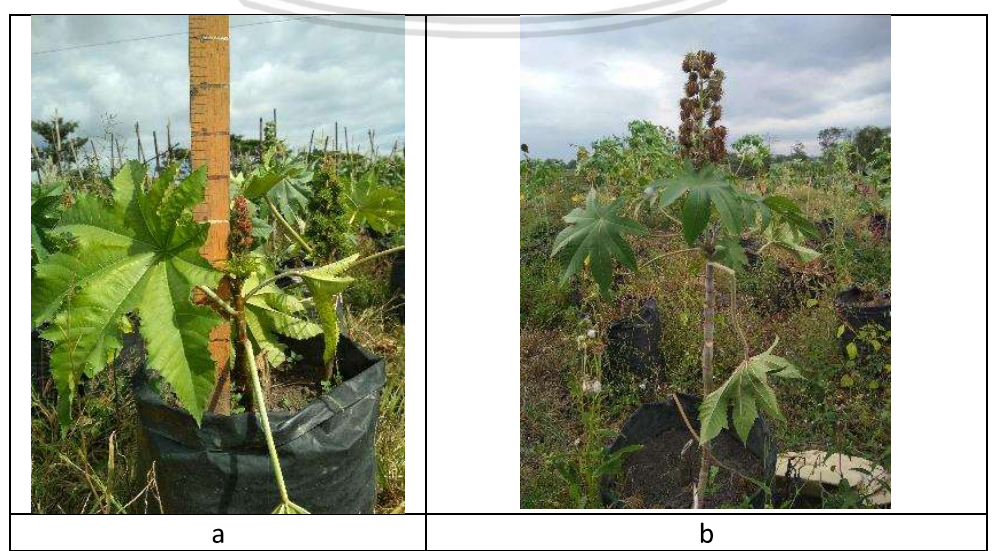
Lampiran 5 Dokumentasi

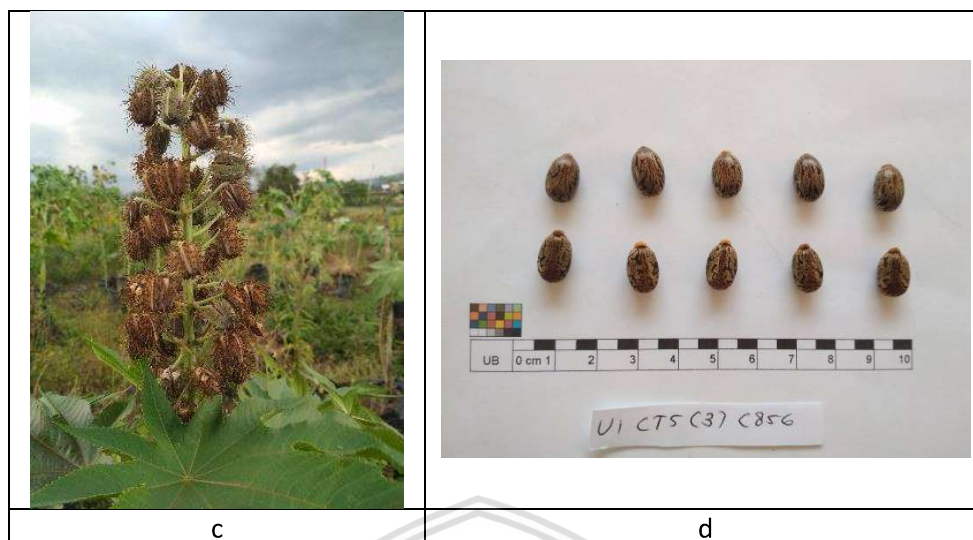


Gambar 1 Penampilan genotip C864 : a. Tanaman Jarak C864, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji

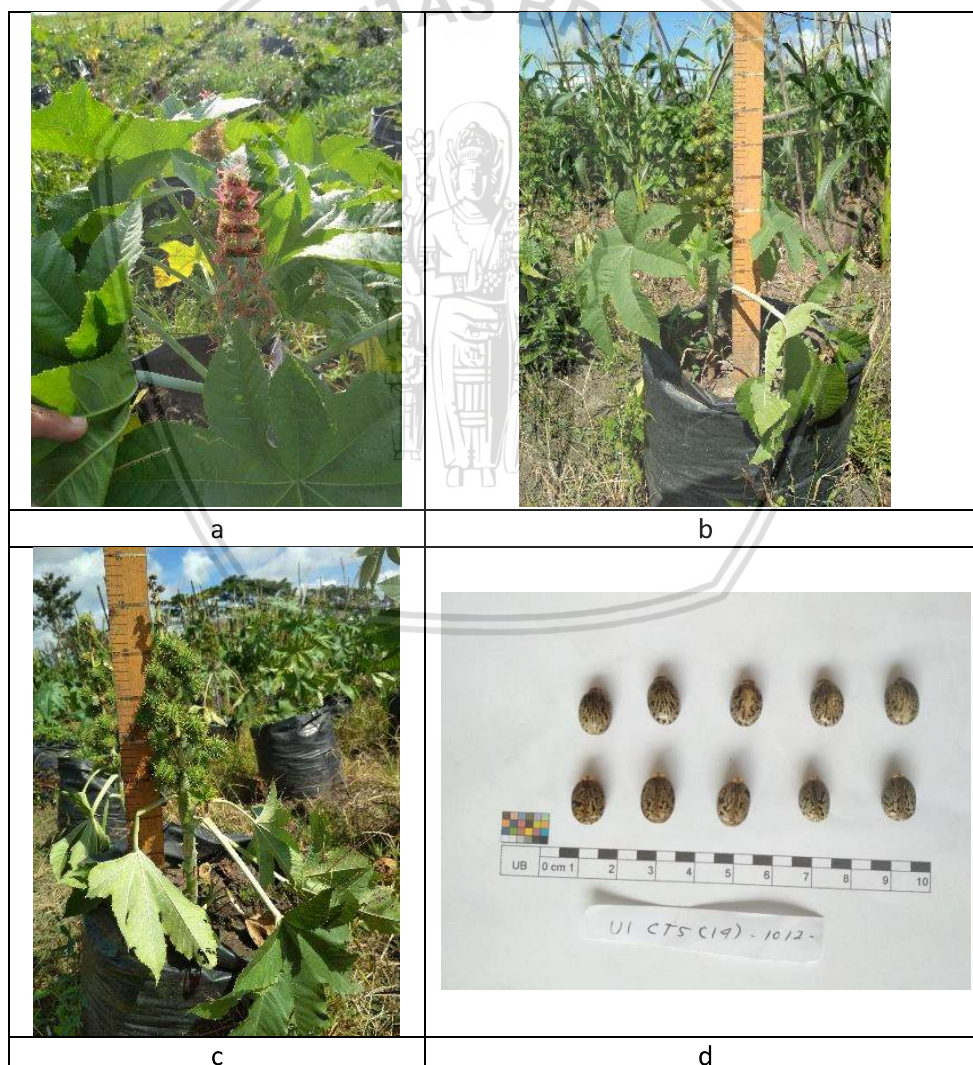


Gambar 2 Penampilan galur Thailand : a. Tanaman Jarak Thailand, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji





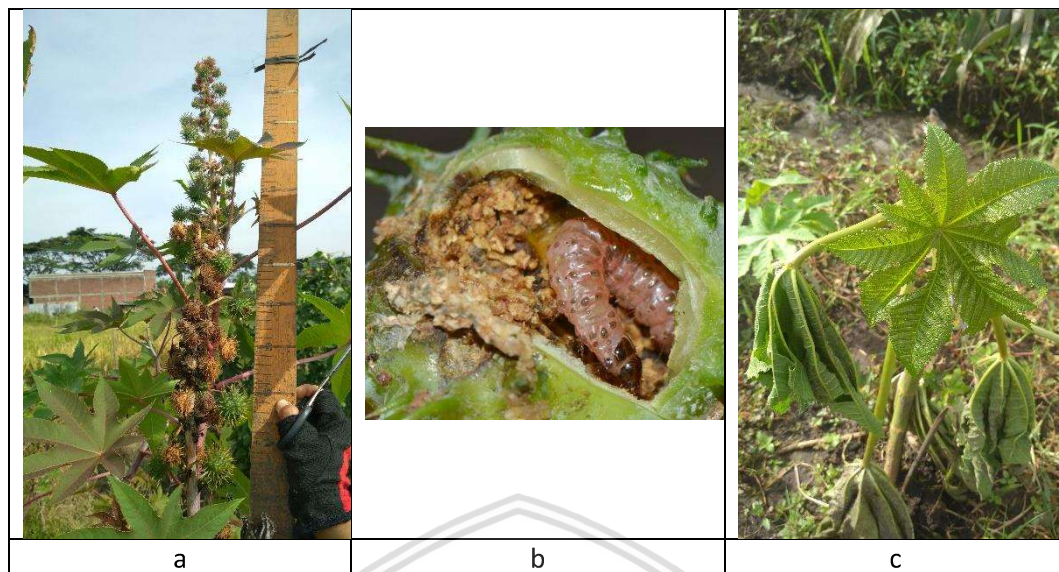
Gambar 3 Penampilan galur C856 : a. Tanaman Jarak C856, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji



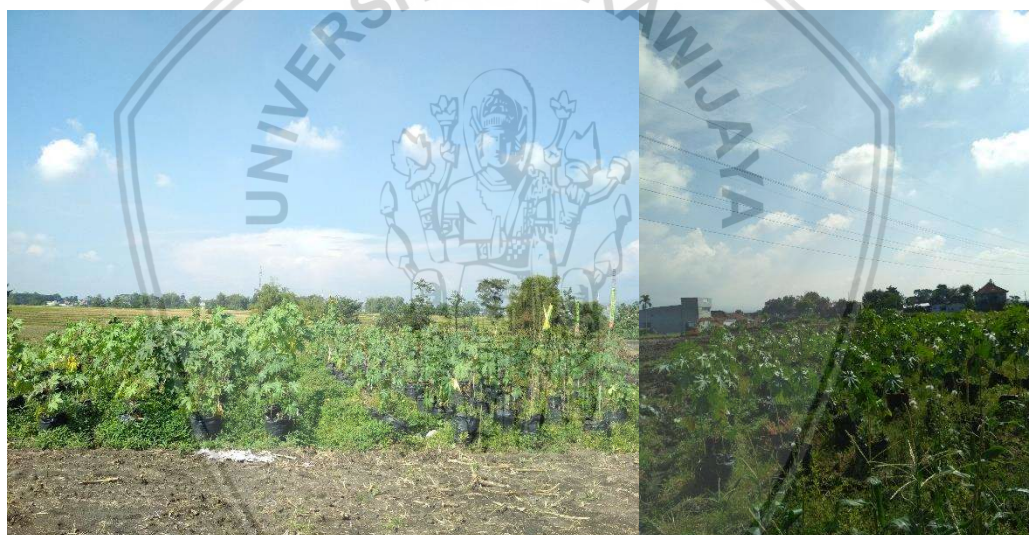
Gambar 4 Penampilan galur 1012 : a. Tanaman Jarak 1012, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji



Gambar 5 Penampilan galur Thailand Dwarf : a. Tanaman Jarak Thailand Dwarf, b. Tandan, c. Tandan saat panen, d. biji



Gambar 6 Serangan OPT: a. Serangan jamur, b. Serangan penggerek buah, c. Penyakit layu



Gambar 7. Lahan penelitian

Lampiran 6 Grafik rata-rata curah hujan pada bulan Januari-Mei 2018 (Worldweather-online.com)



Lampiran 7 Grafik lama penyinaran pada bulan Januari-Mei 2018 (Worldweather-online.com)

